

# Vorlesungsmanuskript

## Herzchirurgie

Klinik für Herzchirurgie  
Universitätsklinikum Münster

Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. S. Martens  
Albert-Schweitzer-Campus1



**medizinische  
fakultät**

Westfälische  
Wilhelms-Universität Münster

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. ZAHLEN UND FAKTEN ZUR HERZCHIRURGIE IN DEUTSCHLAND .....</b>	<b>5</b>
<b>2. PERIOPERATIVES MANAGEMENT .....</b>	<b>8</b>
2.1. Was beeinflusst das perioperative Management? .....	8
2.2. Ziele des Perioperativen Managements .....	8
2.3. Perioperatives Management: Normalverlauf .....	9
2.4. Probleme des perioperativen Managements .....	9
<b>3. POSTOPERATIVES DURCHGANGSSYNDROM (DS) .....</b>	<b>14</b>
<b>4. EXTRAKORPORALE ZIRKULATION .....</b>	<b>15</b>
4.1. Herz-Lungen-Maschine (HLM).....	15
4.2. Folgen der HLM.....	16
4.3. Alternativen zur HLM.....	17
<b>5. KORONARE HERZERKRANKUNG UND IHRE OPERATIVE THERAPIE .....</b>	<b>18</b>
5.1. Einführung.....	18
5.2. Allgemeine/konservative Therapie .....	19
5.3. Operative Therapie (Aortokoronare Bypassoperation) .....	20
<b>6. INFARKTKOMPLIKATIONEN UND IHRE OPERATIVE THERAPIE .....</b>	<b>23</b>
6.1. Diastolische Augmentation (IABP) .....	24
6.2. Postinfarktangina .....	25
6.3. Herzwandaneurysmen .....	25
6.4. Ischämische Mitralklappeninsuffizienz .....	27
6.5. Infarkt-VSD .....	28
6.6. Rhythmusstörungen.....	29
6.7. Herzversagen .....	30
<b>7. ERKRANKUNGEN DER HERZKLAPPEN UND IHRE OPERATIVE THERAPIE.....</b>	<b>31</b>
7.1. Aortenklappenerkrankungen.....	31

7.2.	Mitralklappenerkrankungen.....	32
7.3.	Operative Therapie .....	33
8.	<b>ERKRANKUNGEN DER AORTA UND IHRE OPERATIVE THERAPIE.....</b>	<b>38</b>
8.1.	Aortenaneurysmen .....	38
8.2.	Aortendissektionen .....	39
8.3.	Operative Therapie .....	40
9.	<b>HERZINSUFFIZIENZ.....</b>	<b>43</b>
9.1.	Allgemeines.....	43
9.2.	Operative Therapie der Herzinsuffizienz .....	45
10.	<b>HERZSCHRITTMACHER UND DEFIBRILLATOREN.....</b>	<b>50</b>
10.1.	Herzschrittmacher .....	50
10.2.	Defibrillatoren .....	51
10.3.	Operative Therapie .....	51
11.	<b>ANGEBORENE HERZFEHLER UND IHRE OPERATIVE THERAPIE .....</b>	<b>54</b>
11.1.	<b>Nicht zyanotische Herzfehler .....</b>	<b>54</b>
11.1.1.	Persistierender Ductus arteriosus.....	54
11.1.2.	Coarctatio aortae .....	55
11.1.3.	Vorhofseptumdefekt.....	56
11.1.4.	Ventrikelseptumdefekt .....	57
11.2.	<b>Zyanotische Herzfehler .....</b>	<b>59</b>
11.2.1.	Fallot´sche Tetralogie .....	59
11.2.2.	AV-Kanal .....	60
11.2.3.	Transposition der großen Arterien (TGA) .....	61
11.2.4.	Hypoplastisches Linksherzsyndrom .....	63
12.	<b>HERZTUMORE UND IHRE OPERATIVE THERAPIE.....</b>	<b>67</b>
12.1.	Allgemeines.....	67
12.2.	Myxome .....	69
12.3.	primär maligne Tumore.....	71
12.4.	Metastasen .....	73
13.	<b>THORAXCHIRURGIE.....</b>	<b>76</b>
13.1.	Allgemeine und spezielle thoraxchirurgische Diagnostik .....	76
13.2.	Operative Therapie – Resektionsverfahren der Lunge.....	79

13.3.	Benigne Lungenerkrankungen, Fehlbildungen, Entzündungen.....	80
13.4.	Tumorerkrankungen der Lunge .....	84
13.5.	Lungentransplantation (L-Tx).....	88
13.6.	Erkrankungen der Pleura (keine NPL).....	90




# 1. Zahlen und Fakten zur Herzchirurgie in Deutschland

<b>Todesursachen 2008:</b>	ICD-10 Pos.-Nr.	Todesursache	Gestorbene <sup>1</sup>	
			Anzahl	Anteil in %
	I25	Chronische ischämische Herzkrankheit	77 845	9,5
	I21	Akuter Myokardinfarkt	59 938	7,3
	I50	Herzinsuffizienz	47 079	5,7
	C34	Bösartige Neubildung der Bronchien und der Lunge	40 744	5,0
	I64	Schlaganfall, nicht als Blutung oder Infarkt bezeichnet	28 566	3,5
	J44	Sonstige chronische obstruktive Lungenkrankheit	20 709	2,5
	J18	Pneumonie, Erreger nicht näher bezeichnet	19 713	2,4
	C18	Bösartige Neubildung des Dickdarmes	18 475	2,3
	I11	Hypertensive Herzkrankheit	17 619	2,1
	C50	Bösartige Neubildung der Brustdrüse (Mamma)	16 553	2,1

<sup>1</sup> Ohne Totgeborene und ohne gerichtliche Todeserklärungen.

Todesursachenstatistik Deutschland 2008



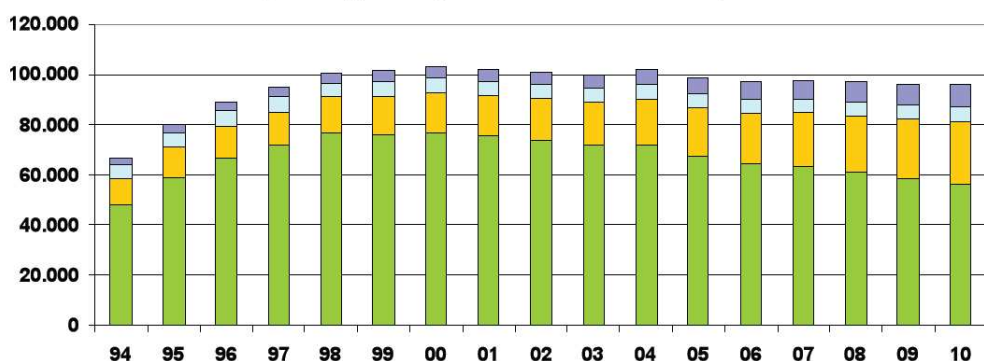
**Entwicklung der Herzchirurgie in Deutschland  
1994 - 2010**

Koronarchirurgie

Klappen

angeborene Herzfehler

andere Operationen am Herzen



Koronarchirurgie

Klappen

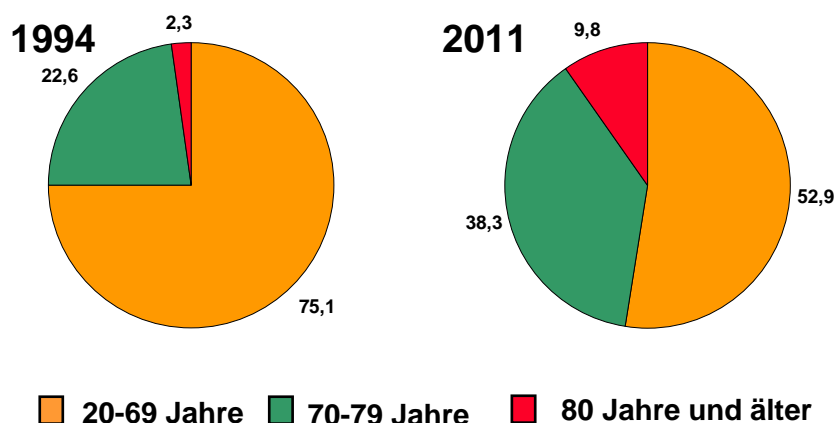
angeborene Herzfehler

andere

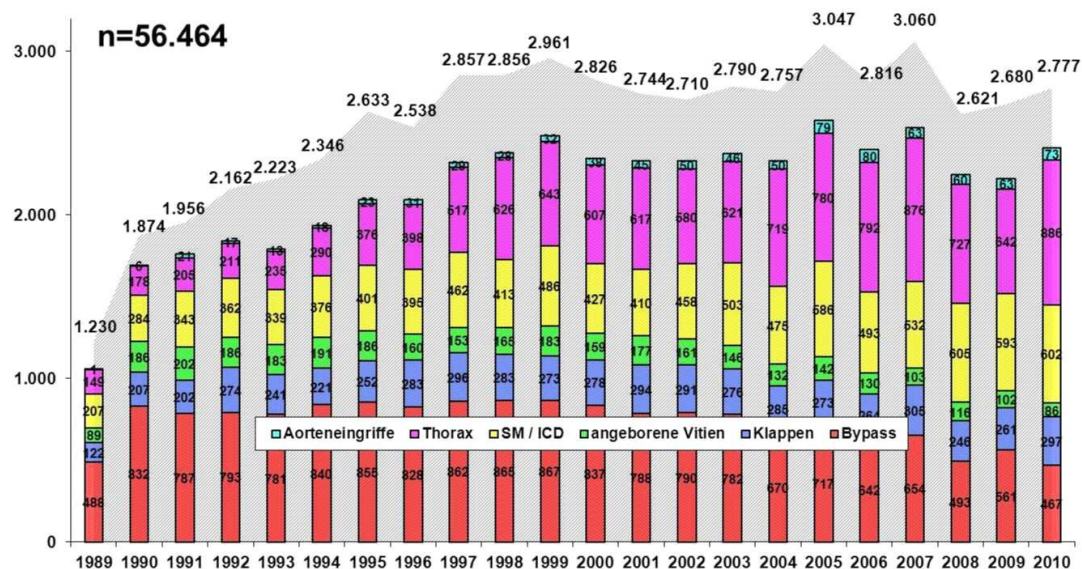
Entwicklung der verschiedenen herzchirurgischen Operationsverfahren in  
Deutschland von 1994-2010

OP-Bedarf / 1Mio Einwohner	Klappen	189	(150-170)
	Bypass	887	(900-1.000)
	Kinder	58	(50-70)
	Sonstige	57	(40-60)
	<b>gesamt</b>	<b>1.192</b>	<b>(1.140-1.300)</b>
Bedarfs-Kalkulation an herzchirurgischen Operationen durch die Deutsche Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie			

#### Altersverteilung 2011:



#### Leistung THG UKM



Gesamtzahlen am Universitätsklinikum Münster 1989-2011



## 2. Perioperatives Management

### 2.1. Was beeinflusst das perioperative Management?

<b>Patient:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Durchschnittsalter steigt (74% &gt; 60Jahre)</li> <li>Männer &gt; Frauen (70 : 30%)</li> </ul>
<b>Vorerkrankungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Grunderkrankung: schlechte myokardiale Durchblutung und/oder gestörte Hämodynamik</li> </ul>
<b>Begleiterkrankungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Risikofaktoren der Arteriosklerose, cerebrovaskuläre Insuffizienz, Niereninsuffizienz, Lungenerkrankungen, Wiederholungseingriffe (ca. 7%)</li> </ul>
<b>Psychosoziale Begleitumstände:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Angst: Aufklärungsgespräch</li> <li>➤ Nikotin, Alkohol: Prä-operative Karenz</li> </ul>
<b>Operation:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hämodynamik und Durchblutung werden besser</li> <li>➤ Mögliche Probleme: Blutung, Embolien, Hypothermie, Stress, Infektion, Schwellung, Respiratorische Dysfunktion, Ischämie anderer Organe, LV-Dysfunktion (Stunning)</li> </ul>
<b>Extrakorporale Zirkulation:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gerinnungsveränderung</li> <li>➤ Hämolyse</li> <li>➤ Kontakt mit Fremdmaterial</li> <li>„Abakterielle Inflammation“</li> </ul>
<b>Narkose</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hypothermie, Narkose-Überhang</li> </ul>

### 2.2. Ziele des Perioperativen Managements

<b>Hämodynamik:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Vorlast</li> <li>➤ Nachlast</li> <li>➤ Frequenz</li> <li>➤ Inotropie</li> </ul>
<b>Oxygenierung:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Atemmechanik</li> <li>➤ Gasaustausch</li> <li>➤ O<sub>2</sub>-Träger (Hb)</li> </ul>
<b>Blut:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Antikoagulation</li> <li>➤ O<sub>2</sub>-Träger (Hb)</li> </ul>
<b>Niere:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diurese</li> <li>➤ Negativbilanzierung</li> <li>➤ Elektrolytausgleich (K&gt;5mmol)</li> </ul>
<b>GI-Trakt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Darmregulierung</li> <li>➤ Ulcusprophylaxe</li> <li>➤ Oraler Kostaufbau</li> </ul>
<b>Immunsystem</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Infektionsprophylaxe (Wunden, Lunge)</li> </ul>
<b>Psyche</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Schmerzen bekämpfen</li> </ul>

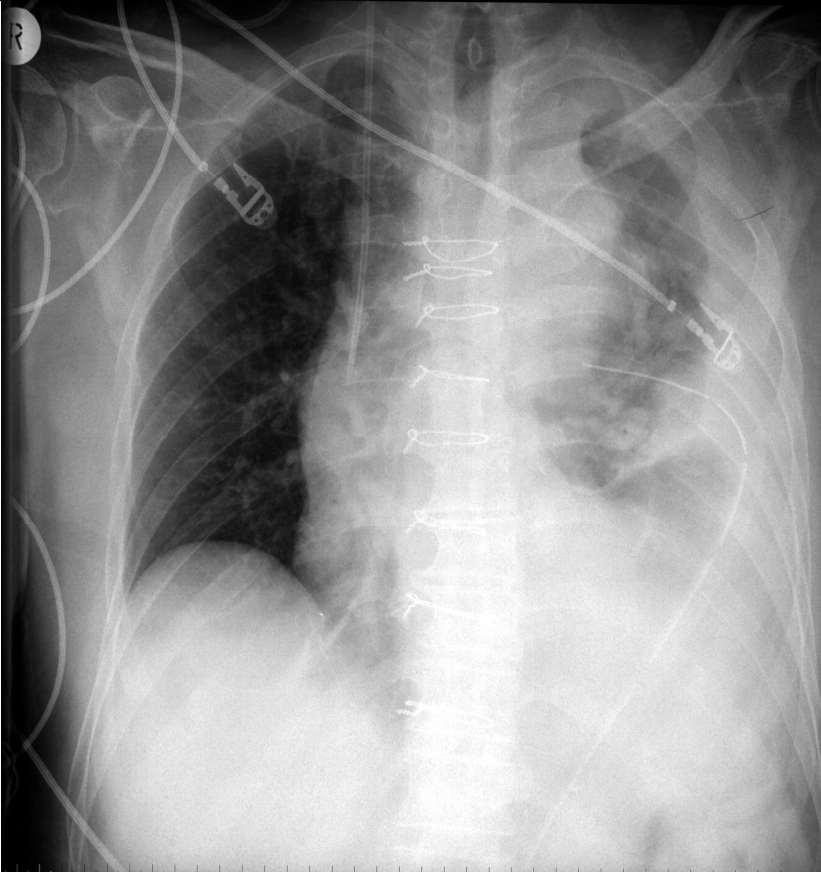
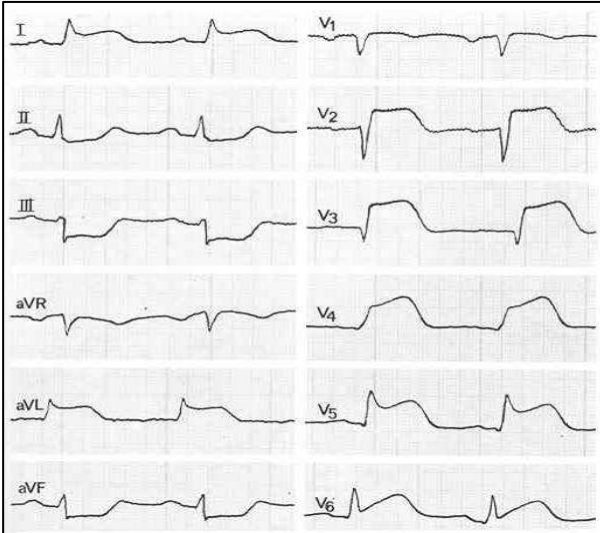
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aufklärung (Angehörige)</li> <li>➤ Mobilisation</li> <li>➤ Kostaufbau</li> </ul>
--	---


### 2.3. Perioperatives Management: Normalverlauf

<b>Intensivtherapie:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hämodynamische Stabilisierung</li> <li>➤ Weaning, Extubation</li> </ul>
<b>Intensivobservation:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Monitoring</li> <li>➤ Atemtraining</li> <li>➤ Mobilisierung</li> <li>➤ Kostaufbau</li> <li>➤ Drainagen entfernen</li> </ul>
<b>Allgemeinstation:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mobilisierung</li> <li>➤ Kostaufbau</li> <li>➤ Schulung</li> </ul>
<b>Heimat-KH</b>	➤ Fortführung bis 14 Tage
<b>Reha-Klinik</b>	➤ 4-6 Woche

### 2.4. Probleme des perioperativen Managements

<b>Nachblutung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diffus: Heparin Pause, ASS stopp, Trasylol-Gabe, FFP's, Tk's, Ek's</li> <li>➤ Chirurgisch (3x200ml/h): Chir. Intervention, Breitband-antibiose</li> </ul>
--------------------	--

	 <p>Hämatothorax links</p>
<b>Hämodynamische Instabilität:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Vorlast: Volumen bei Hypovolämie, NO bei Rechtsherzversagen, ggf. Tamponade entlasten</li> <li>➤ Nachlast: Noradrenalin, Dobutamin, IABP</li> <li>➤ Kontraktilität: Adrenalin, Dobutamin,</li> <li>➤ Unterstützungssysteme: IABP, ECMO, LVAD</li> <li>➤ Frequenz: Schrittmacher, Medikamente, Ziel-HF 80-100/min</li> </ul>
<b>Myokardschädigung, Ischämie:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ EKG-Veränderungen, CK und Troponin erhöht, Wandbewegungsstörung im Echo, (Angina pectoris)</li> </ul> <div data-bbox="512 1391 1114 1921">  </div> <p>EKG mit ST-Hebungen über der Vorderwand</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Behandlung durch Optimierung der Antikoagulation, Herzkatheterintervention, IABP</li> </ul>
<b>Arrhythmien:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Prävention: Kalium, Magnesium, pH, Oxygenierung, <math>\beta</math>-Blocker</li> </ul>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bradykardie bei AV-Block</li> <li>2. Vorhofflimmern</li> <li>3. Kammerflimmern</li> <li>4. Ventrikuläre Tachykardie</li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Therapie: Schrittmacher, medikamentös, Defibrillation, Kardioversion</li> </ul>
<b>Respiratorische Insuffizienz:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gründe: Pneumothorax, Pleuraerguss, Atelektasen, Pneumonie, Obstruktion</li> <li>➤ Therapie: Atemtherapie, Drainage, Inhalation, Sekretolyse, Antibiose, CPAP-Maskenbeatmung</li> </ul>
<b>Niereninsuffizienz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Prärenal: Hämodynamik optimieren (Volumen)</li> <li>➤ Renal: Lasix, Reduktion nephrotoxischer Medikamente, Dialyse, Ultrafiltration</li> <li>➤ Postrenal: Anlage oder Korrektur eines Dauerkatheters</li> </ul>
<b>Infektionen/Sepsis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Meist Wundinfektionen, Pneumonie oder Harnwegsinfekt</li> </ul>



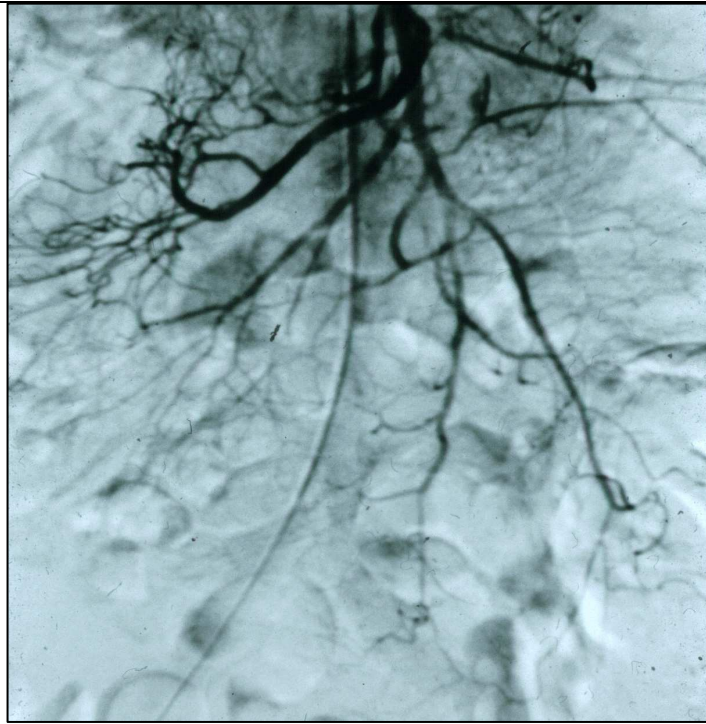
Wundinfektion

- Wundkontrolle ggf. Revision
- Katheterwechsel
- Erreger differenzieren (Blutkulturen, Abstriche)
- Gezielte Antibiose
- Volumen
- Ggf. Katecholamine

**GI-Störungen**

- Darmparalyse: Feuchte Wärme, medikamentöse Stimulation, Mesenterikographie, Laparotomie





Mesenterikographie: nicht-okklusiver Mesenterialischämie (NOMI)

- Ulcus: Medikamente, Gastroskopie, Schonkost, ggf. Ek's
- Insult: Heparin, Hirnödemprophylaxe, Krankengymnastik

#### Neurologische Probleme



Rechtslaterale Mediateilinfarkte

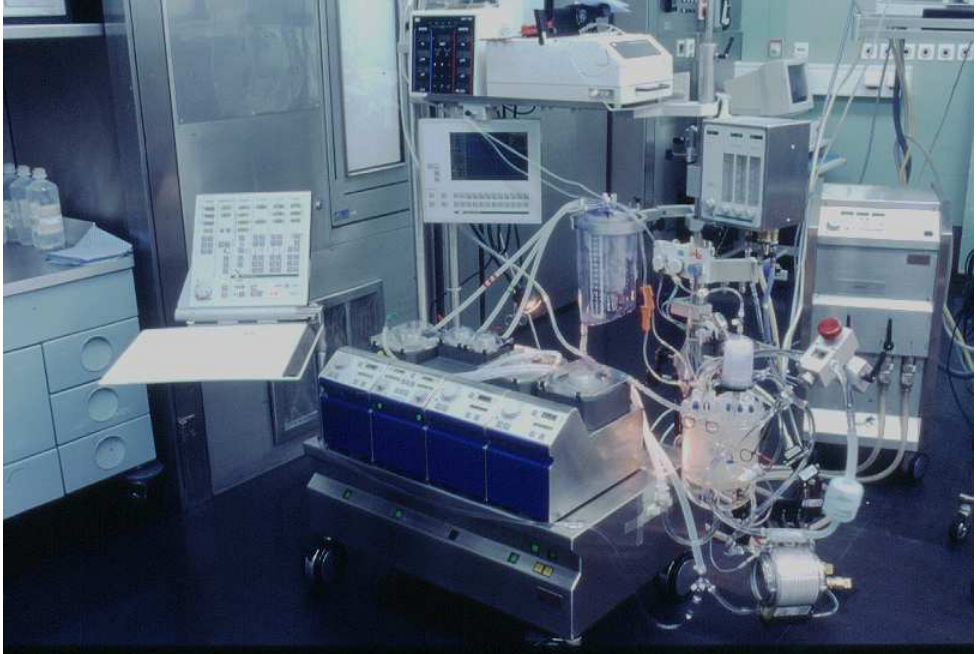
- Blutung: ggf. zusätzlich Entlastung
- Periphere Nervenprobleme
- Psyche: Duchgangssyndrom, Entzug

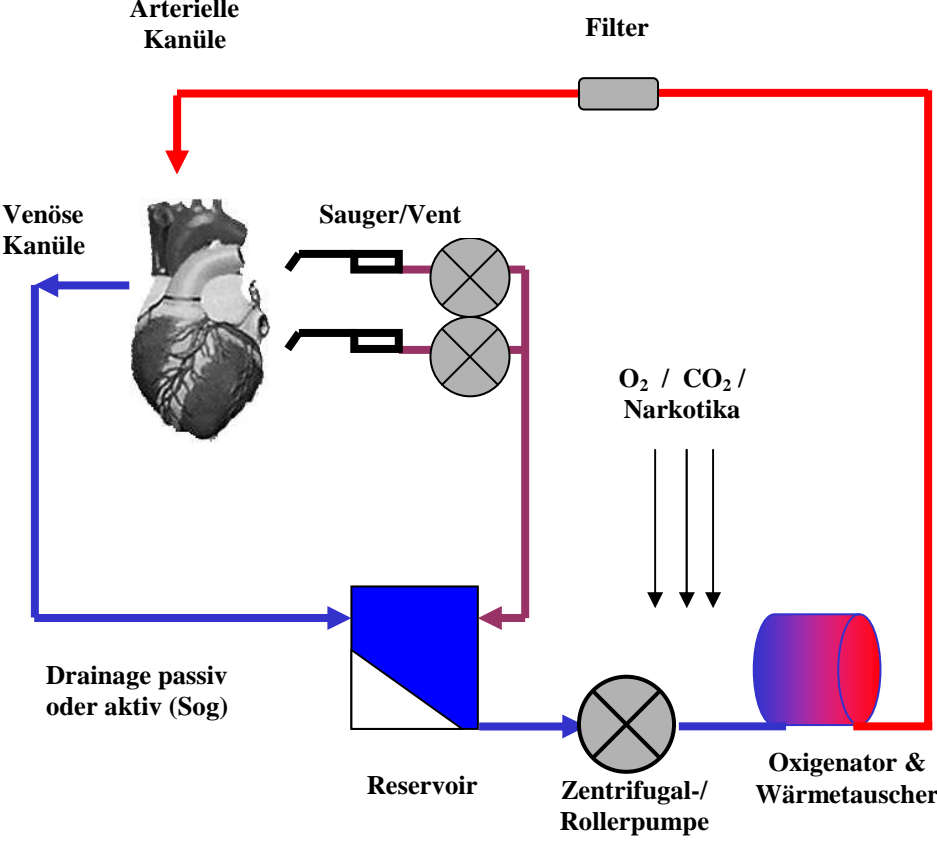
### 3. Postoperatives Durchgangssyndrom (DS)

<b>Allgemeines:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Jede größere Operation belastet ebenfalls das Gehirn des Patienten. Dies gilt besonders für Herzoperationen mit Herzlungenmaschine. Aus diesem Grunde kann es passieren, dass die Patienten die Operation gut überstehen, sich dennoch bei Ihnen nach einer gewissen Zeit eine zunehmende psychische Veränderung (in bis zu 50 % der Fälle) bemerkbar macht. Besonders vermehrt tritt dies auf nach Klappenersatz und Operationen am Aortenbogen (ausgeprägte Arterio-sklerose, Hypothermie und Kreislaufstillstand).</li> </ul>
<b>Definition:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Vorübergehende Funktionsstörung des Gehirns</li> <li>➤ Form der akuten organischen Psychose die <u>reversibel</u> ist</li> </ul>
<b>Einteilung:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Drei Schweregrade</li> <li>➤ ohne Bewusstseinseinschränkung</li> <li>➤ mit Bewusstseinseinschränkung</li> <li>➤ mit starker Bewusstseinseinschränkung</li> </ul>
<b>Wie stellt sich das DS dar?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Nicht unbedingt sofort postoperativ</li> <li>➤ Häufig erstmals nachts</li> <li>➤ Dauer 1-3 Tage</li> <li>➤ Örtliche/Zeitliche Desorientierung</li> <li>➤ Desorientierung zur eigenen Person</li> <li>➤ Desorientierung zu Fremdpersonen</li> </ul>
<b>Symptome:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Antriebslosigkeit</li> <li>➤ Fehlende Konzentration</li> <li>➤ Wahnvorstellungen</li> <li>➤ Halluzinationen</li> </ul>
<b>Ursachen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Medizinische Faktoren</li> <li>➤ Kardialer Status</li> <li>➤ Zerebraler Status</li> <li>➤ Dauer extrakorporaler Kreislauf (HLM)</li> <li>➤ Psychosoziale Faktoren</li> <li>➤ Alter</li> <li>➤ Persönlichkeitsmerkmale</li> <li>➤ Copingstil</li> <li>➤ Alkoholanamnese</li> </ul>
<b>Therapie:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Fachpsychologische Betreuung</li> <li>➤ Einbindung der Angehörigen</li> <li>➤ Praeoperative Information (Merkblatt über DS)</li> <li>➤ Medikamente (z.B. Haldol )</li> </ul>

## 4. Extrakorporale Zirkulation

### 4.1. Herz-Lungen-Maschine (HLM)

<b>Definition:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Instrument zur Aufrechterhaltung der kardiopulmonalen Funktion bei Stillstand des Herzens</li></ul>  <p>Abb. 1: Herz-Lungen-Maschine</p>
<b>Häufigkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ &gt;90 % der Eingriffe am offenen Herzen erfolgen mit Hilfe der HLM</li></ul>
<b>Historie:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Hypothermische Inflow Occlusion (ohne HLM) durch J. Lewis 1952</li><li>➤ Erster erfolgreicher Einsatz der HLM durch J. Gibbon 1953</li><li>➤ Biologische HLM (Elternteil) durch W. Lillehei 1954</li></ul>
<b>Komponenten:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Venöses Reservoir</li><li>➤ Oxygenator</li><li>➤ Pumpe</li><li>➤ Aufwärm- und Abkühleinrichtung (Wärmeaustauscher)</li><li>➤ Arterieller und venöser Filter</li><li>➤ Kanülen- und Schlauchsystem</li></ul>

	 <p>Abb. 2: Prinzip der Herz-Lungen-Maschine</p>
<b>Kanülierungsmöglichkeiten:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Arteriell: Aorta ascendens, A. femoralis, A. subclavia,</li> <li>➤ Venös: rechter Vorhof, V. femoralis,</li> </ul>
<b>HLM-Management:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Antikoagulation: Heparin 400 IE/kg (ACT &gt; 450 s)</li> <li>➤ Perfusionsvolumen: 2,4 l/min/m<sup>2</sup></li> <li>➤ Perfusionsdruck 50-60 mmHg (cerebrale Autoregulation !)</li> <li>➤ pH-Management: alpha-stat (pH steigt mit zunehmender Hypothermie) pH-stat (pH wird durch CO<sub>2</sub>-Zugabe bei zunehmender Hypothermie konstant gehalten)</li> </ul>
<b>Kontra-Indikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Blutungsproblematik (z.B. Magenulkus)</li> <li>➤ Unklare Gerinnungsstörung</li> <li>➤ Sepsis, septischer Fokus</li> <li>➤ Hochgradige Durchblutungsstörungen</li> <li>➤ Extrem schlechte Pumpfunktion des Herzens</li> <li>➤ Schwere Störung der Lungen- und Leberfunktion</li> </ul>

## 4.2. Folgen der HLM

<b>Problematik:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Schädigung aller Blutelemente (Blutungskomplikationen !)</li> <li>➤ Systemische Inflammation</li> <li>➤ Renale Vasokonstriktion</li> </ul>
---------------------	---

	➤ Ischämiegefahr bei pAVK, Carotisstenose, etc.
<b>Management:</b>	➤ Vollheparinisierung ➤ Möglichst kurze HLM-Dauer ➤ Aufrechterhaltung eines adäquaten Perfusionsdrucks ➤ Ggf. Einleitung einer Hypothermie ➤ Ggf. Hämofiltration an der HLM
<b>Hypothermie:</b>	➤ Verlängert die Ischämietoleranz (Van't Hoffs Gesetz) ➤ Mild (bis 34 °C) → erlaubt Herzstillstand bis 1 h ➤ Moderat (bis 28 °C) → erlaubt Herzstillstand bis 2 h ➤ Tief (bis 18 °C) → erlaubt einen erlaubt Herzstillstand bis 3-4 h und einen Kreislaufstillstand bis 45 min
<b>Maximale Anwendung:</b>	➤ Als HLM < 24 h ➤ Als ECMO bei Postkardiotomieversagen 2-3 Tage ➤ Als ECMO bei Transplantatversagen 3-7 Tage ➤ Als ECMO bei primärem Lungenversagen 2-3 Wochen

### 4.3. Alternativen zur HLM

<b>Offpump-Verfahren:</b>	➤ Verzicht auf die HLM nur in der Koronarchirurgie möglich Operation am schlagenden Herzen mit externer Stabilisierung
<b>Reduktion des Traumas:</b>	➤ Kleinere Zugänge (Schlüssellochchirurgie) ➤ MECC („Abgespeckte“ HLM-Version)

## 5. Koronare Herzerkrankung und ihre operative Therapie

### 5.1. Einführung

<b>Definition</b>	Manifestation der Arteriosklerose an den Herzkranzarterien. Anhand der stenosierten Hauptgefäße (s.u.) spricht man von <i>koronarer Ein-, Zwei- oder Dreigefäßerkrankung</i>
<b>Häufigkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Häufigste Todesursache in Deutschland</li><li>➤ 80.000-90.000 Menschen sterben pro Jahr an einem Herzinfarkt</li></ul>
<b>Ursachen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Familiäre Belastung</li><li>➤ Hypercholesterinämie</li><li>➤ Nikotinabusus</li><li>➤ Diabetes mellitus</li><li>➤ Arterielle Hypertonie</li><li>➤ Alter (Männer &gt;60 J., Frauen &gt; 70 J)</li><li>➤ <i>Zusätzlich:</i> Adipositas, Stress, psychosoziale Faktoren, Bewegungsmangel, Hyperhomocysteinämie</li></ul>
<b>Klinik</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Angina pectoris (s.u.)</li><li>➤ Herzinsuffizienz</li><li>➤ Herzrhythmusstörungen</li><li>➤ Akutes Koronarsyndrom und Herzinfarkt</li></ul>
<b>Angina pectoris</b>	<p>Typischerweise retrosternaler oder linksthorakaler Schmerz bzw. Druckgefühl mit/ohne Ausstrahlung in: linke/rechte Schulter, linker/rechter Arm, Unterkiefer, Oberbauch. Auslösung durch körperliche oder psychische Belastung, Kälte und voller Magen (<i>Roemheld-Syndrom</i>) (Abb. 1)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ <i>Stabile AP:</i> regelmäßig, z.B. durch Belastung auslösbar – nitratsensibel, Besserung in Ruhe</li><li>➤ <i>Instabile AP:</i> jede erstmalig auftretende AP, AP in Ruhe, AP mit zunehmender Häufigkeit, Dauer, Intensität (Instabile AP hat ein hohes Infarktrisiko: 20-25%)</li><li>➤ Sonderform: <i>Prinzmetal-Angina:</i> Durch Koronarspasmen ausgelöste Ruheangina mit reversiblen EKG Veränderungen ohne Herzenzymerhöhung, Gefahr der Arrhythmie, Gutes Ansprechen auf Ca<sup>2+</sup>-Antagonisten</li></ul>

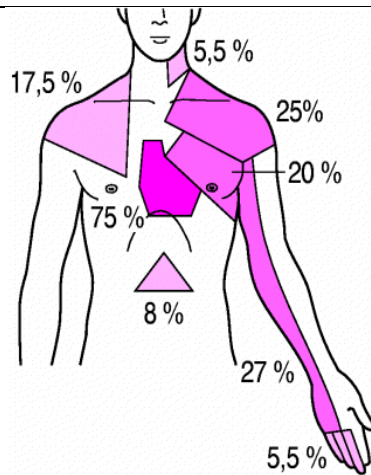


Abb.1: Häufigkeit der Ausstrahlung von Angina pectoris

## Diagnostik

- Anamnese: AP belastungsabhängig?, Häufigkeit?, Nitrosensibel?, Risikofaktoren?
- Ruhe-EKG (kann jedoch auch unauffällig sein)
- Belastungs-EKG (ST-Streckensenkung oder AP unter Belastung)
- Labor (Troponin I, CK, CK-MB, LDB)
- Echokardiographie (für Differentialdiagnostik und Quantifizierung der Bewegungsstörungen)
- <sup>201</sup>Thallium-Myokardszintigraphie (Nachweis von belastungsabhängigen, reversiblen Speicherdefekten als Hinweis auf ischämische Myokardbezirke (Myokard im Winterschlaf, *hibernating myocardium*) oder irreversible Speicherdefekte als Hinweis auf Myokardnarben)
- Koronarangiographie (direkter Nachweis und Schweregradbestimmung der Koronarstenosen) **Goldstandard**

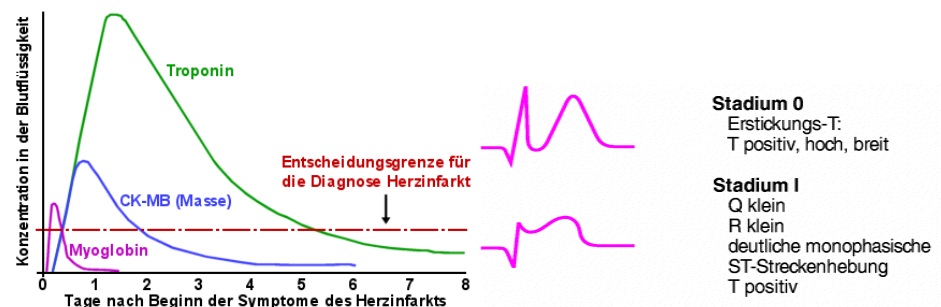


Abb. 2 Enzymverlauf und EKG-Veränderungen beim akuten Myokardinfarkt

## 5.2. Allgemeine/konservative Therapie

<b>Kausal</b>	➤ Risikofaktoren vermeiden/minimieren
<b>Medikamentös</b>	➤ Nitrate (verbessern die myokardiale O <sub>2</sub> -Versorgung durch Senkung der Vor- und Nachlast)

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Beta-Blocker (verbessern die myokardiale O<sub>2</sub>-Versorgung durch Senkung des Blutdrucks und der Herzfrequenz)</li> <li>➤ Kalzium-Antagonisten (bessern die myokardiale O<sub>2</sub>-Versorgung durch Senkung der Nachlast und der Herzfrequenz (nur bei Verapamil))</li> <li>➤ ACE-Hemmer (Senkung des Blutdruckes, Prognoseverbesserung)</li> <li>➤ Thrombozytenaggregationshemmer (Reduktion der Infarktrate und dadurch Prognoseverbessernd)</li> </ul>
<b>PTCA/Stent-Implantation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ = perkutane transluminale Coronarangioplastie (Durchführung besonders bei Ein- oder Zweigefäßerkrankung mit proximal hämodynamisch wirksamen Stenosen)</li> <li>➤ Stet-Implantation</li> </ul>

### 5.3. Operative Therapie (Aortokoronare Bypassoperation)

<b>Definition</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Direkte Überbrückung von Koronarstenosen mit autologen venösen oder arteriellen Gefäßen (Grafts)</li> </ul>
<b>Verfahren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Konventionelle Koronarrevaskularisation mit Verwendung der Herz-Lungen-Maschine (HLM)</li> <li>➤ Minimal-invasive Techniken ohne HLM</li> </ul>
<b>Indikationen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hochgradige Stammstenose der linken Koronararterie</li> <li>➤ Komplexe Dreigefäßerkrankung mit eingeschränkter linksventrikulärer Funktion</li> <li>➤ 1-2 Gefäßerkrankung mit Beteiligung des Ramus interventricularis anterior</li> <li>➤ Rezidivstenose nach vorangegangener Katheterintervention</li> <li>➤ Nicht erfolgreiche bzw. misslungene Katheterintervention bei instabiler AP bzw. drohendem Myokardinfarkt</li> </ul>
<b>Vorraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Stenosegrad &gt;50%</li> <li>➤ Offene Peripherie</li> <li>➤ Durchmesser der Koronararterie &gt;1 mm</li> <li>➤ Kontraktils Myokard</li> </ul>
<b>Kontraindikationen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ proximal und distal (diffuse) Sklerose</li> <li>➤ akut abgelaufener Myokardinfarkt</li> <li>➤ (EF &lt; 20 %)</li> <li>➤ frischer Apoplex (&lt; 6 Wochen)</li> <li>➤ Lunge: FEV1&lt;30%, CO2&gt;55mmHg</li> <li>➤ allgemeinmedizinische Kontraindikationen</li> <li>➤ OP-Nutzen &lt; OP-Risiko</li> </ul>
<b>OP-Technik</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mediane Sternotomie mit Anschluß an die HLM und kardioplegischem Herzstillstand</li> <li>➤ Revaskularisation der Koronararterien distal der Stenose bzw. des Verschlusses durch Segmente der autologen V. saphena</li> </ul>



magna von Unter- bzw. Oberschenkel oder besser durch die linke oder rechte A. thoracica interna (= A. mammaria interna) (Abb. 2). Auch die Aa. Radiales eignen sich gut als Bypassgraft, während die A. gastroepiploica A. gastrica inferior sich wegen ihrer Neigung zu Gefäßspasmen weniger gut eignen.

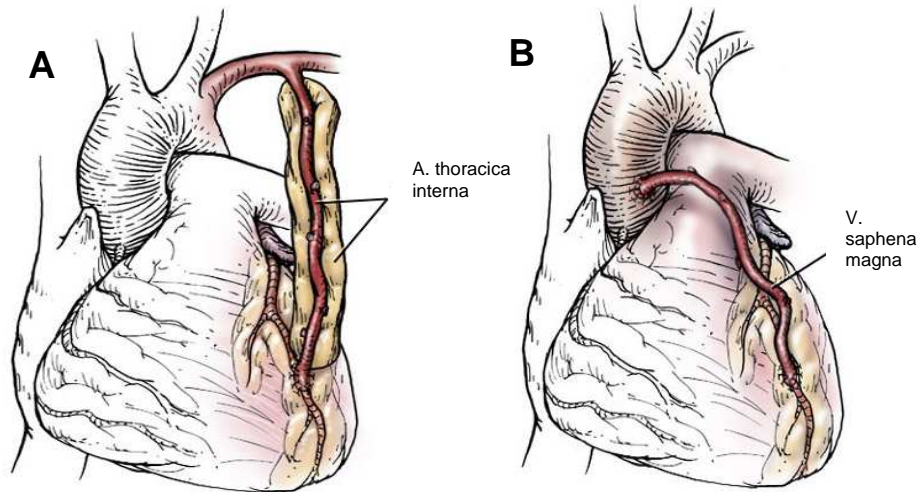


Abb 2. Arteria thoracica interna (A) bzw. V. saphana magna (B) Bypass

**OP-Technik:  
(minimal-invasiv)**

- *OPCAP (off-pump coronary artery bypass)*: Freilegung des Herzens durch mediane Sternotomie, jedoch kein Anschluß an die HLM. Stabilisierung des Herzens während der Operation durch den Octopus-Stabilisator (Abb. 3). Prinzipiell sind alle Herzkranzgefäße damit revaskularisierbar
- *MIDCAP*: Freilegung der Vorderwand des Herzens durch eine kleine Thorakotomie im 5. ICR links. Stabilisierung des Herzens mit dem Octopus-System. Nur Revaskularisation des Ramus interventricularis anterior durch die A. thoracica interna links möglich
- Minimal-invasive OP-Techniken machen zur Zeit nur ca. 5% aller Bypassoperation aus, mit jedoch steigender Tendenz

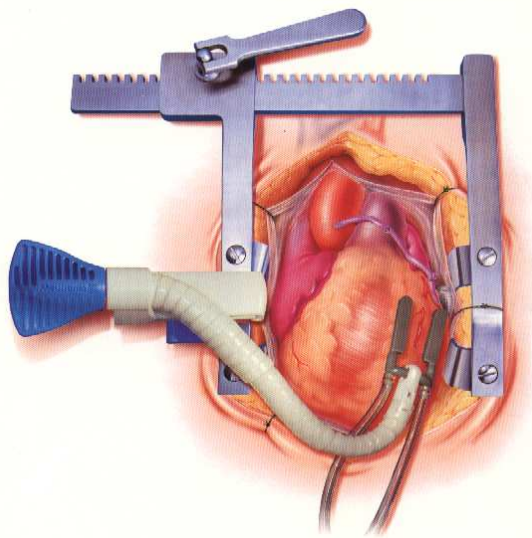


Abb 3. Octopus-Stabilisator

<b>OP-Komplikationen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rhythmusstörung ~30 %</li> <li>➤ Myokardinfarkt ~5 %</li> <li>➤ Wundheilungsstörungen ~3%</li> <li>➤ Re-OP wg. Blutung ~2 %</li> <li>➤ Apoplex ~2 %</li> <li>➤ Nierenversagen ~2 %</li> <li>➤ Gastrointestinale Kompl. ~2 %</li> </ul>
<b>Follow-up:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 30-Tage-Sterblichkeit ~ 2% (mit Kombinationseingriffen ~ 4%)</li> <li>➤ 5-Jahres Überlebensrate für operierte 3-Gefäß-Erkrankung ~80-85%</li> <li>➤ Offenheitsrate für arterielle Grafts ~90% nach 10 Jahren</li> <li>➤ Offenheitsrate für venöse Grafts ~ 50-60% nach 10 Jahren</li> </ul>

## 6. Infarktkomplikationen und ihre operative Therapie

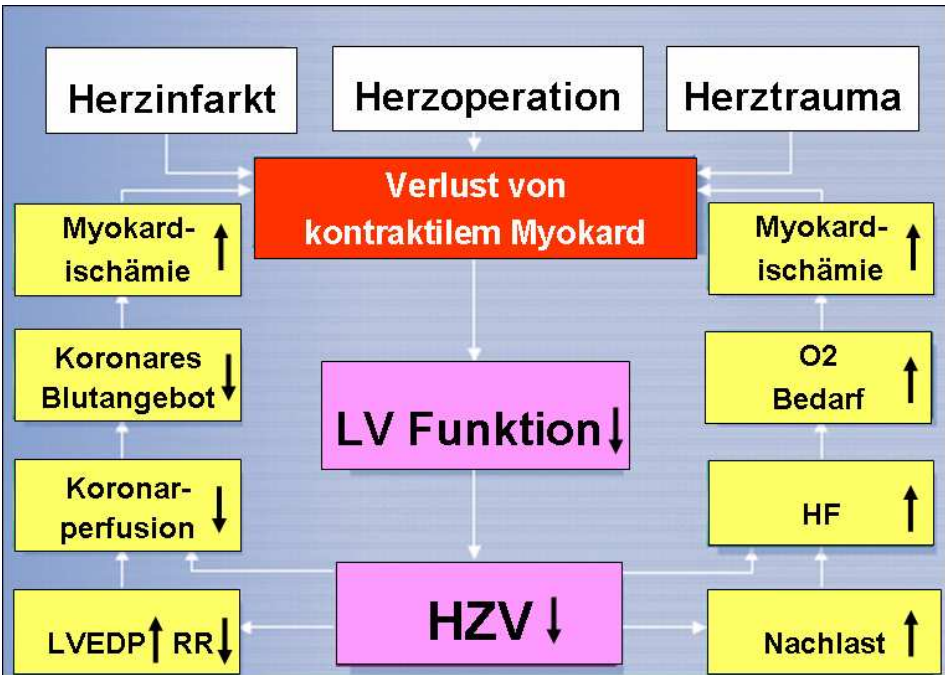
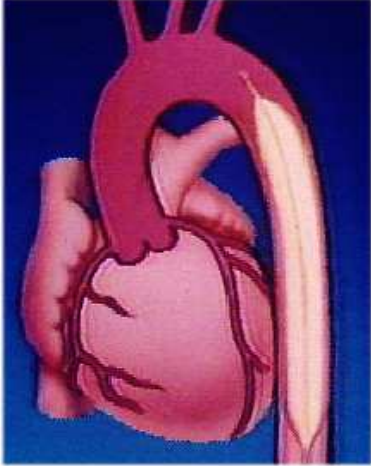
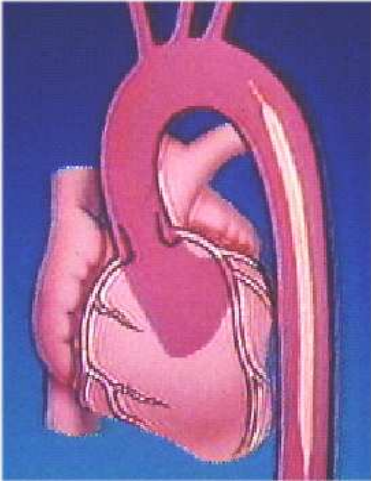
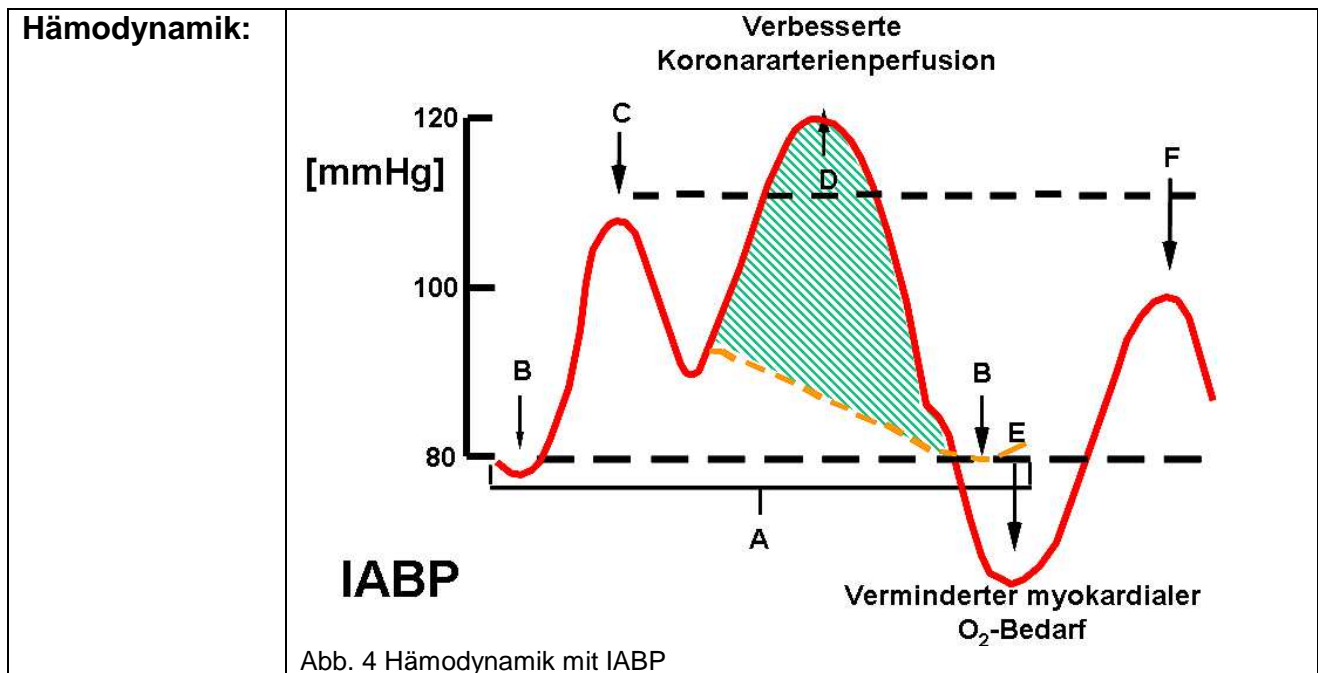
<b>Allgemeines:</b>	<p>➤ Verlust von &gt; 40% kontraktiles Myokard ist letal</p> <p>➤ Es kommt zu einem Teufelskreislauf</p>  <p>Das Diagramm zeigt den Teufelskreislauf bei Myokardinfarkt. Drei Hauptursachen (Herzinfarkt, Herzoperation, Herztrauma) führen zum Verlust von kontraktilem Myokard (roter Kasten). Dies führt zu einer Abnahme der LV-Funktion (rosa Kasten), was wiederum den Herzzeitvolumen (HZV) senkt (rosa Kasten). Der reduzierte HZV führt zu einer Erhöhung des LVEDP und einer Abnahme der RR (gelber Kasten). Dies verstärkt die Myokardischämie (gelber Kasten), was wiederum den Verlust von kontraktilem Myokard verstärkt. Auf der rechten Seite führt der Verlust von kontraktilem Myokard zu einer Erhöhung des O2-Bedarfs (gelber Kasten), was zu einer Herzinsuffizienz (HF) führt (gelber Kasten), was wiederum die Nachlast erhöht (gelber Kasten), was ebenfalls den HZV senkt.</p>
<b>Häufigkeit:</b>	<p>➤ 2-3% aller Myokardinfarkte gehen mit den unten aufgeführten Komplikationen einher</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Postinfarktangina</li> <li>• Postinfarktaneurysma</li> <li>• Ischämische Mitralinsuffizienz</li> <li>• Infarkt-VSD</li> <li>• Rhythmusstörungen</li> <li>• Herzversagen</li> </ul>

Abb. 1: Circulus vitiosus des ausgedehnten Myokardinfarkts

## 6.1. Diastolische Augmentation (IABP)

<b>Prinzip:</b>	Ballonkatheter, der in der Regel über die A. femoralis in die Aorta descendens eingebracht wird. Inflation in der Systole, Deflation in der Diastole	
<b>Inflation:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Diastol. Druck</b> ↑</li> <li>➤ Koronarperf. ↑</li> <li>➤ O<sub>2</sub>-Angebot ↑</li> </ul>	 <p>Abb. 2 Inflation</p>
<b>Deflation:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Nachlast</b> ↓</li> <li>➤ Wandspannung ↓</li> <li>➤ LV-Arbeit ↓</li> <li>➤ O<sub>2</sub>-Bedarf ↓</li> <li>➤ Stoffwechsel ↑</li> <li>➤ Schlagvolumen ↑</li> </ul>	 <p>Abb. 3 Deflation</p>



## 6.2. Postinfarktangina

<b>OP-Indikation:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Stabil -&gt; OP im Intervall</li> <li>➤ Instabil -&gt; Notfall-Operation</li> </ul>
<b>OP-Verfahren:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Konventionelle aortokoronare Bypass-Operation</li> <li>➤ Off-Pump-Verfahren</li> <li>➤ Bei höchstgradig eingeschränkter EF mit LVAD*-Standby</li> <li>➤ Ggf. auch transmyokardiale Laserrevaskularisation</li> <li>➤ Einzelheiten dazu siehe Vorlesung KHK</li> </ul> <p style="font-size: small; margin-top: 10px;">* LVAD = linksventrikuläres Unterstützungssystem</p>

## 6.3. Herzwandaneurysmen

<b>Definition:</b>	➤ Aussackung (meist der Vorderwand) im Infarktareal
--------------------	---



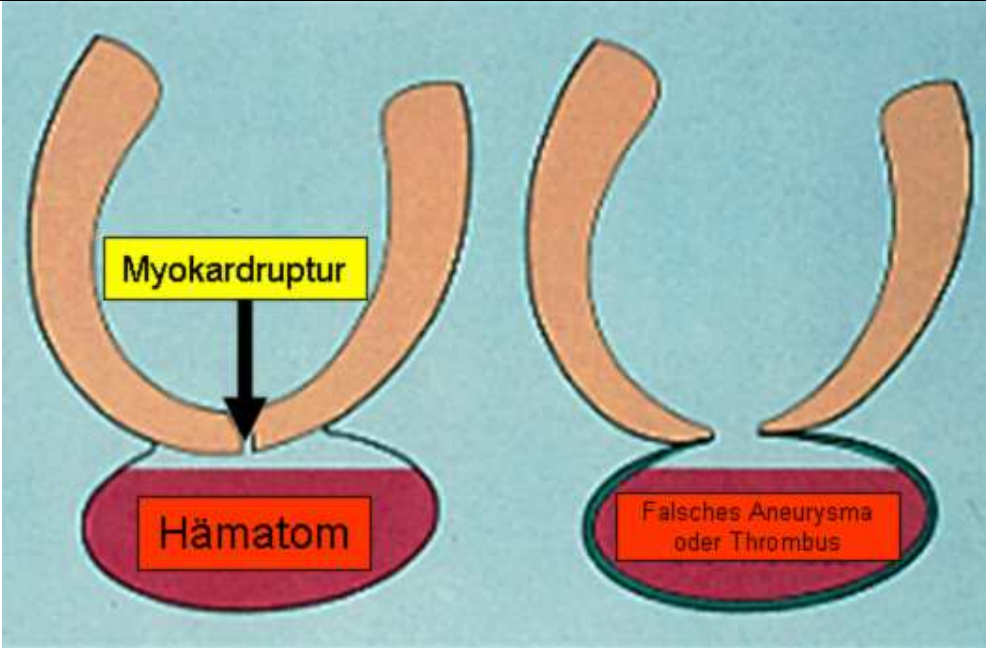
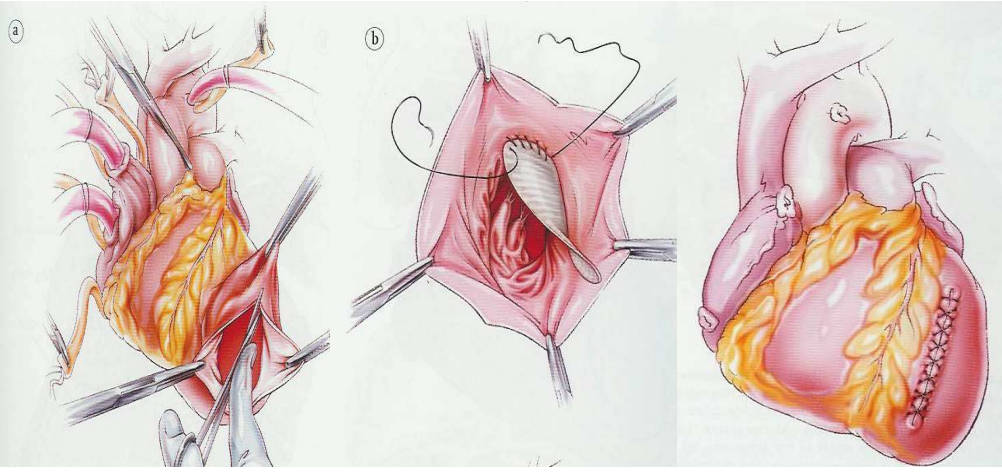
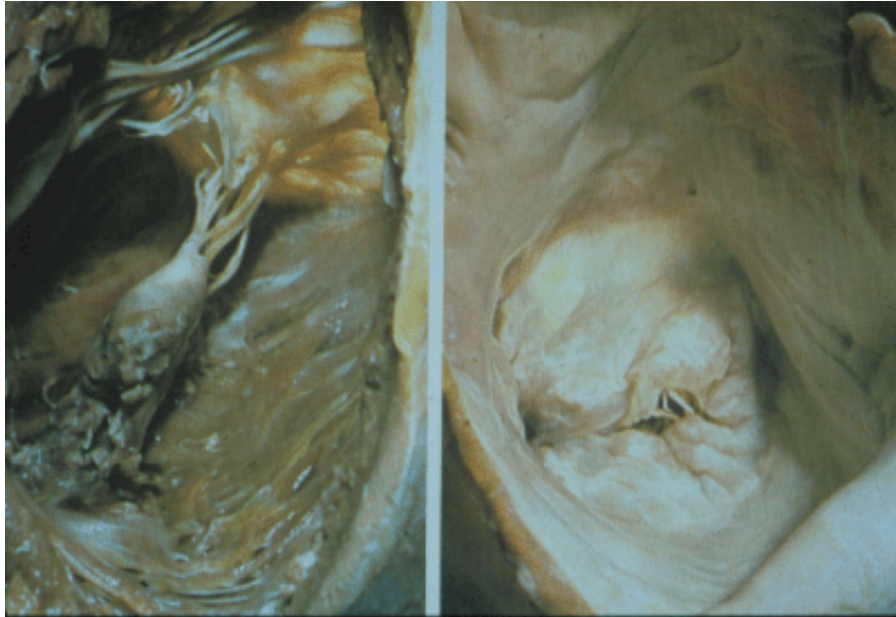
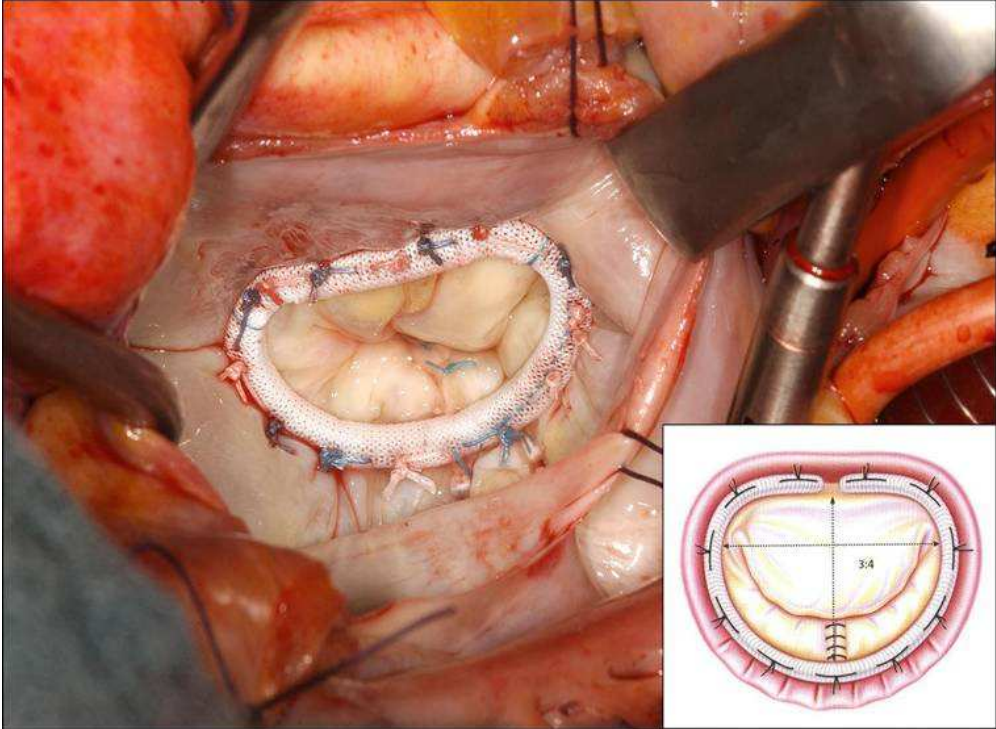
	 <p>Abb. 5: Ausbildung eines Vorderwandaneurysmas</p>
<b>Lokalisation:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Anterior / Apex 85%</li> <li>➤ Posterior / Herzbasis 10%</li> <li>➤ Lateralwand / Septum 5%</li> </ul>
<b>Thrombus:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Thrombus 40-50%</li> <li>➤ Embolien 5-10%</li> </ul>
<b>OP-Indikation:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Herzinsuffizienz</li> <li>➤ Angina pectoris</li> <li>➤ Rhythmusstörungen</li> <li>➤ Embolien trotz Antikoagulation</li> </ul>
<b>OP-Strategie:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aneurysma-Resektion</li> <li>➤ Koronarrevaskularisation</li> <li>➤ Keine Gelegenheitsaneurysmektomie</li> <li>➤ ggf. Herztransplantation</li> </ul>
<b>OP-Technik:</b>	

	Abb. 6 Aneurysmaresektion nach Dor
<b>Ergebnisse:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Op-Letalität: 5-8%</li> <li>➤ 5J-Überleben: 0-75% (Angina)</li> <li>➤ 5J-Überleben: 25-60% (Herzinsuffizienz)</li> <li>➤ Keine längere Überlebensdauer</li> <li>➤ nur Besserung der Beschwerden</li> </ul>

## 6.4. Ischämische Mitralklappeninsuffizienz

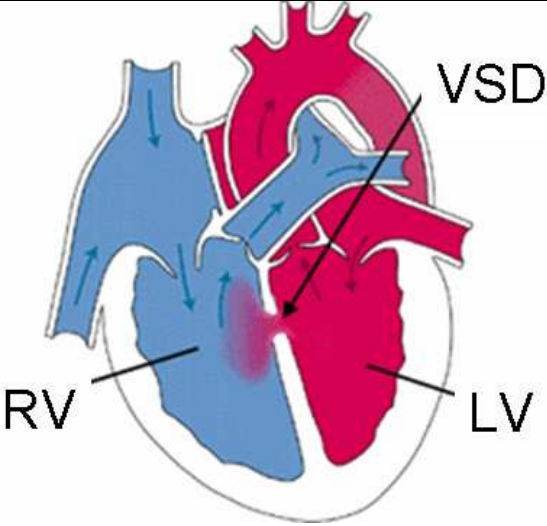
<b>Definition:</b>	<p><b><u>Akut:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Papillarmuskeldysfunktion</li> <li>➤ Papillarmuskelabriß (ca. 5%)</li> </ul> <p><b><u>Chronisch:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Papillarmuskelfibrose</li> <li>➤ Linksventr./Mitralanulusdilatation</li> </ul> 
	Abb. 7: Ausbildung eines Vorderwandaneurysmas
<b>Klinik:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Lungenödem &amp; Schock</li> </ul>
<b>Diagnostik:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Auskultation !!!</li> <li>➤ Rechtsherzkatheter</li> <li>➤ Echokardiographie</li> <li>➤ Linksherzkatheter</li> <li>➤ Koronarangiographie</li> </ul>
<b>OP-Indikation:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Herzinsuffizienz oder MI Grad III und IV</li> </ul>
<b>OP-Strategie:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rekonstruktion oder Ersatz der Klappe</li> </ul>
<b>OP-Technik:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ PM-Ruptur: Not-Op (Klappenersatz)</li> <li>➤ Chronische MI: Elektive Op (Rekonstruktion &gt; Ersatz), ggf. in</li> </ul>

	<p>Kombination mit ACB-Op</p> <p>➤ Einzelheiten siehe Vorlesung Herzklappen</p>
	 <p>Abb. 8: Rekonstruktion Mitralklappe</p>
<b>Ergebnisse:</b>	<p>➤ Op-Letalität: bei Notfall-OP's &gt; 20%</p> <p>➤ OP-Letalität bei elektiven Eingriffen: 5%</p>

## 6.5. Infarkt-VSD

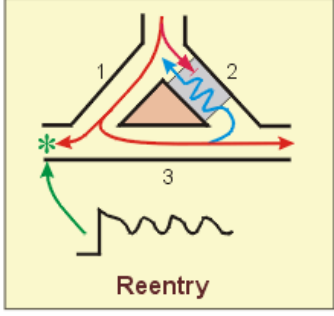
<b>Definition:</b>	➤ Links-Rechts-Shunt bedingt durch Muskelnekrose im Ventrikelseptum nach Myokardinfarkt.
<b>Häufigkeit:</b>	<p>➤ Häufigkeit 2%</p> <p>➤ Erstbeschreibung 1845 Latham</p> <p>➤ Erstverschluss 1957 Cooley</p>
<b>Pathophysiologie:</b>	➤ Plötzlich eintretende Rechtsherzbelastung je nach Volumen (Größe des VSD) mit rasch einsetzender Rechtsherzdekompensation (Abb. 6)



	 <p>Abb. 9: Infarkt-VSD</p>
<b>Prognose ohne OP:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 25% &lt; 24h</li> <li>➤ 50% &lt; 1 Woche</li> <li>➤ 90% &lt; 2 Monate</li> </ul>
<b>Diagnostik:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Auskultation !!!</li> <li>➤ Rechtsherzkatheter</li> <li>➤ Echokardiographie</li> <li>➤ Linksherzkatheter</li> <li>➤ Koronarangiographie</li> </ul>
<b>OP-Indikation:</b>	➤ Kardiale Dekompensation
<b>OP-Strategie:</b>	➤ Initiale Stabilisierung mit IABP, im Notfall bei kardialer Dekompensation OP sofort, sonst im Intervall nach 1-2 Wochen
<b>OP-Technik:</b>	➤ VSD-Verschluss mit Patch, 1 oder 2 Patchmethode
<b>Ergebnisse:</b>	➤ OP-Risiko ist sehr hoch, je nach Studie 35-85%

## 6.6. Rhythmusstörungen

<b>Definition:</b>	➤ Rhythmusstörungen jeder Art sind möglich: Bradykardie, supraventrikuläre Tachykardien, ventrikuläre Arrhythmien, Kammerflimmern
<b>Pathophysiologie:</b>	➤ Reentry-Mechanismus



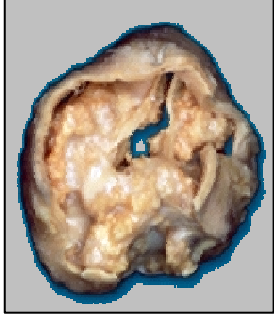
	 <p>Abb. 10: Reentry-Mechanismus</p>
<b>Prognose ohne OP:</b>	➤ Schlecht, Kammerflimmern ist eine der häufigsten Todesursachen nach Herzinfarkt
<b>Diagnostik:</b>	➤ Elektrophysiologische Untersuchung
<b>OP-Indikation:</b>	➤ Auslösbare hämodynamisch wirksame ventrikuläre Tachykardien
<b>OP-Strategie:</b>	➤ Siehe Vorlesung „Rhythmus“
<b>OP-Technik:</b>	➤ Siehe Vorlesung „Rhythmus“

## 6.7. Herzversagen

<b>Definition:</b>	➤ Pumpschwäche des Herzens aufgrund von Mangel durchblutung, ischämische Kardiomyopathie
<b>Pathophysiologie:</b>	➤ Siehe Vorlesung „Herzinsuffizienz“
<b>Prognose ohne OP:</b>	➤ Schlecht, geringere mittlere Überlebensrate als bei Krebserkrankungen
<b>Diagnostik:</b>	➤ Klinik ➤ Herzkatheter ➤ Echokardiographie ➤ Spiroergometrie ➤ Nuklearmedizinische Untersuchungsverfahren
<b>OP-Indikation:</b>	➤ Siehe Vorlesung „Herzinsuffizienz“
<b>OP-Strategie:</b>	➤ Siehe Vorlesung „Herzinsuffizienz“
<b>OP-Technik:</b>	➤ Siehe Vorlesung „Herzinsuffizienz“


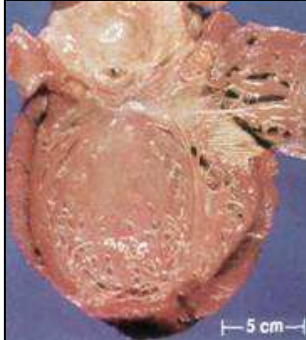

## 7. Erkrankungen der Herzklappen und ihre operative Therapie

### 7.1. Aortenklappenerkrankungen

<b>Formen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Aortenklappeninsuffizienz (Undichtigkeit)</b> Schwere Insuffizienz (Grad IV) liegt vor, wenn in der Ventrikulographie das Kontrastmittel für 10 -15 s im gesamten Ventrikel verbleibt.</li> <li>➤ <b>Aortenklappenstenose (Verengung);</b> eine schwere Stenose (Grad IV) liegt vor bei einer Klappenöffnungsfläche <math>&lt;0.8\text{cm}^2</math> oder einem mittleren Druckgradienten oberhalb der Aortenklappe von <math>&gt;50\text{mmHg}</math>.</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>normale Aortenklappe</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Aorteninsuffizienz</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Aortenstenose</p> </div> </div> <p><b>Abb. 1: Aortenklappen mit unterschiedlichen Erkrankungen</b></p>
<b>Häufigkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ca. 16.000 Herzklappenoperationen im Jahr in Deutschland</li> </ul>
<b>Allgemeines:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Die Aortenklappe besteht aus drei Taschensegel</li> <li>➤ Der Aortenklappenanulus ist 'kronenförmig' ausgebildet</li> <li>➤ Die Koronarostien sind der Aortenklappe benachbart</li> </ul>
<b>Ursachen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Angeboren</li> <li>➤ Altersassoziiert.</li> <li>➤ Rheuma (immunologisch)</li> <li>➤ Endokarditis (entzündlich)</li> </ul>
<b>Einteilung:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Nach dem Schweregrad von leicht, Grad I bis schwer, Grad IV</li> </ul>
<b>Symptome:</b>	<p><b>Rückwärtsversagen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Orthopnoe, Belastungsdyspnoe,</li> <li>➤ Asthma cardiale, Lungenödem</li> <li>➤ Venöse Einflusstauung</li> <li>➤ Höhlenergüsse</li> <li>➤ Generalisierte Ödeme</li> </ul> <p><b>Vorwärtsversagen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hypotonie</li> <li>➤ Schwindel</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Muskuläre Ermüdbarkeit</li> <li>➤ Cerebrale Herdsymptome</li> <li>➤ Intermittierende abdominelle Beschwerden</li> <li>➤ Generalisierte Ödeme</li> <li>➤ Konzentrierter Harn</li> </ul>
<b>Diagnostik:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Auskultation</li> <li>➤ EKG</li> <li>➤ Röntgen Thorax</li> <li>➤ Echokardiographie</li> <li>➤ Herzkatheter</li> </ul>
<b>Therapie (konservativ):</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Körperliche Schonung</li> <li>➤ Herzinsuffizienzbehandlung</li> <li>➤ Behandlung von Rhythmusstörungen</li> <li>➤ Thrombembolieprophylaxe</li> <li>➤ Endokarditisprophylaxe</li> </ul>

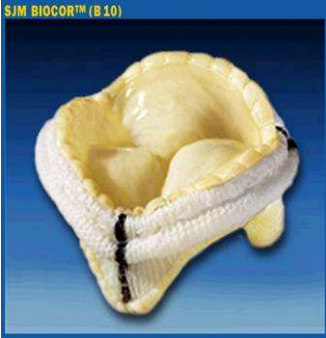


## 7.2. Mitralklappenerkrankungen

<b>Definition:</b>	<p><b>Mitralklappeninsuffizienz (Undichtigkeit):</b> Eine schwere Mitralklappeninsuffizienz (Grad IV) liegt vor wenn die Regurgitation von Blut bis in die Lungenvenen zurück reicht.</p> <p><b>Mitralklappenstenose (Verengung):</b> Eine schwere Mitralklappenstenose (Grad IV) liegt vor, wenn der Mitralklappenöffnungsindex <math>&lt; 1.5 \text{ cm}^2/\text{m}^2</math>, Klappenöffnungsfläche <math>&lt; 1 \text{ cm}^2</math> und der Druckgradient <math>&gt; 15 \text{ mmHg}</math> beträgt.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>normale Mitralklappe</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Mitralklappeninsuffizienz</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Mitralklappenstenose</p> </div> </div> <p><b>Abb. 2: Mitralklappen mit unterschiedlichen Erkrankungen</b></p>
<b>Häufigkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Siehe Aortenvitien</li> </ul>
<b>Allgemeines:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Die Mitralklappe ist eine bikuspidale Klappe bestehend aus einem anterioren und posterioren Segel, die deskriptiv in je drei Segmente (A1-A3 und P1-P3) unterteilt werden.</li> <li>➤ Die Segel sind mit den Papillarmuskeln und Sehnenfäden verbunden</li> <li>➤ Das vordere Mitralsegel ist mit der linken Aortenklappentasche (bei 10 Uhr) verbunden und mit dem His-Bündel /AV-Knoten (bei</li> </ul>

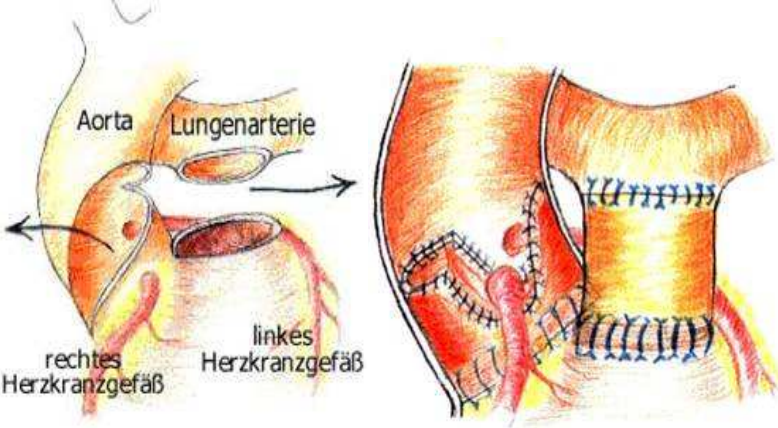
	<p>2 Uhr) benachbart.</p> <p>➤ In unmittelbarer Nachbarschaft des posterioren Segels verläuft der Ramus circumflexus</p> <div data-bbox="454 257 1181 851"> </div> <p><b>Abb. 3: Schematische Darstellung der Mitralklappe und der benachbarten Strukturen.</b></p>
<b>Ursachen:</b>	<p>➤ Degeneration der Klappensegel / Halteapparat</p> <p>➤ Dilatative Kardiomyopathie</p> <p>➤ Endokarditis</p> <p>➤ Ischämischer Pappillarmuskelschaden (Herzinfarkt)</p> <p>➤ Barlow-Erkrankung</p>
<b>Symptome:</b>	<p>➤ Siehe Aortenklappenvitium</p> <p>➤ Zusätzlich bei akuter Mitralinsuffizienz, kardiogener Schock</p>
<b>Diagnostik:</b>	<p>➤ Echokardiographie (TTE, TEE)</p> <p>➤ Röntgen Thorax</p> <p>➤ EKG</p> <p>➤ Herzkatheter</p>

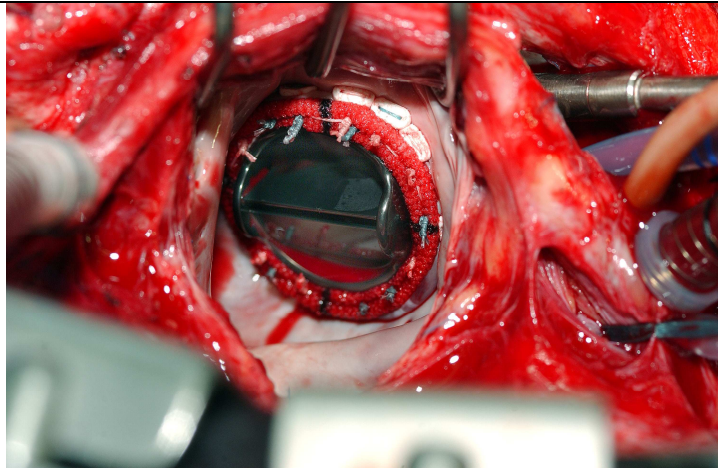
### 7.3. Operative Therapie

<b>OP-Indikationen</b>	<p><b>Aortenklappenerkrankungen:</b></p> <p>➤ Symptomatisches Klappenvitium (Synkopen, Herzinsuffizienz, ventrikuläre Rhythmusstörungen, Angina pectoris)</p> <p>➤ Klappenöffnungsfläche &lt; 0.8 cm<sup>2</sup></p> <p>➤ Mittlerer Druckgradient &gt; 50 mmHg</p> <p>➤ Zunehmende LV-Hypertrophie</p> <p>➤ Abnehmende LV-Funktion</p>
------------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Endokarditis</li> <li>➤ Embolien</li> </ul> <p><b>Mitralklappenerkrankungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Symptome NYHA III/IV</li> <li>➤ Bei NYHA II: <b>zusätzlich</b> neuaufgetretenes Vorhofflimmern Myokarddysfunktion Rezidivierende Embolien</li> <li>➤ Bei Mitralstenose: Mitralklappenöffnungsindex <math>&lt; 1.5 \text{ cm}^2/\text{m}^2</math></li> <li>➤ Mitralinsuffizienz bei Myokardinfarkt</li> <li>➤ Endokarditis</li> </ul>
<b>OP-Verfahren:</b>	
<b>AKE</b>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>biologische Klappe</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>mechanische Klappe</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>Homograft</p> </div> <p><b>Abb 4. Klappensubstitute</b></p> <p><b>Möglichkeiten des Aortenklappenersatzes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Mechanische Prothese</b> (Vorteil: unbegrenzte Haltbarkeit; Nachteil: lebenslange Antikoagulation)</li> <li>➤ <b>Biologische Herzklappe</b> (Xenograft, Homograft); (Vorteil: keine längere Antikoagulation notwendig; Nachteil: begrenzte Haltbarkeit)</li> <li>➤ Prothesengrößen von 19 – 25 mm typisch</li> <li>➤ Intraanuläre Implantation (aorto-ventrikulär gestochene Fäden (mit Filzpatches))</li> </ul>



<p><b>Ross-Operation:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Supraannuläre Implantation (ventrikulo-aortal gestochene Fäden (mit Filzpatches)</li> </ul> <p><b>Als Sonderform des Aortenklappenersatzes gilt die Ross-Operation:</b></p> <p><b>Op-Verfahren:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Entfernung der erkrankten Aortenklappe</li> <li>➤ Präparation der Pulmonalklappe</li> <li>➤ Ersatz der erkrankten Aortenklappe mit der Pulmonalklappe</li> <li>➤ Ersatz der entfernten Pulmonalklappe durch einen Homograft</li> </ul>  <p><b>Abb. 5: Schema der Ross-Operation</b></p>
<p><b>MKE:</b></p>	<p><b>OP-Verfahren:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Zugang über das linke Vorhofdach oder transseptal</li> <li>➤ Mechanische und biologische Herzklappen sind möglich</li> <li>➤ Atrio-annulär gestochene Fäden (mit Filzpatches)</li> <li>➤ Möglichst Erhaltung des posterioren Halteapparates (OP nach Miki)</li> <li>➤ Klappengröße ca. 27- 29 mm meist ausreichend</li> </ul>

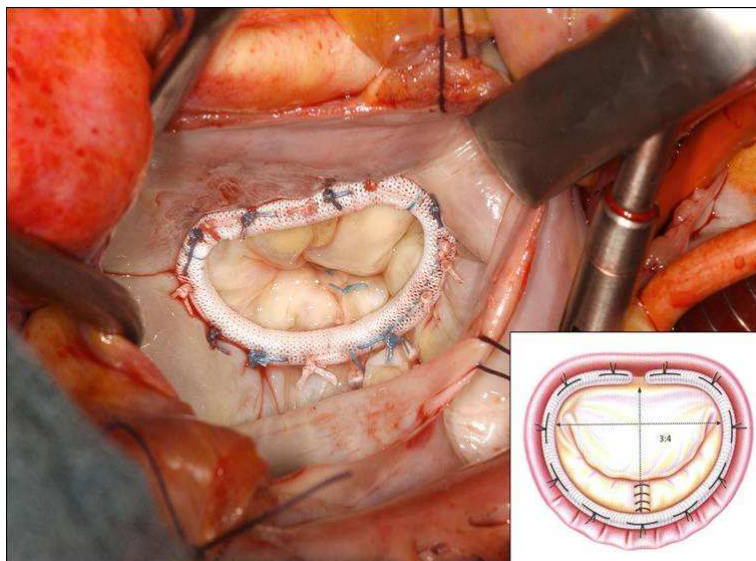


**Abb. 6: Mitralklappenersatz (SJM 29 mm)**

**MKR:**

**Möglichkeiten der Rekonstruktion:**

- Anuloplastie bei Dilatation
- Kommissurotomie bei Stenose
- Kommissurenraffung nach Kay, Wooler oder Reed
- Quadranguläre Resektion
- Sehnenfadenkürzung
- Sliding-Plasty
- Alfieri-Stich



**Abb. 6: Quadranguläre Resektion (P2 Segment) und Anuloplastie mittels Ring.**

**Ergebnisse:**

**Komplikationsmöglichkeiten perioperativ:**

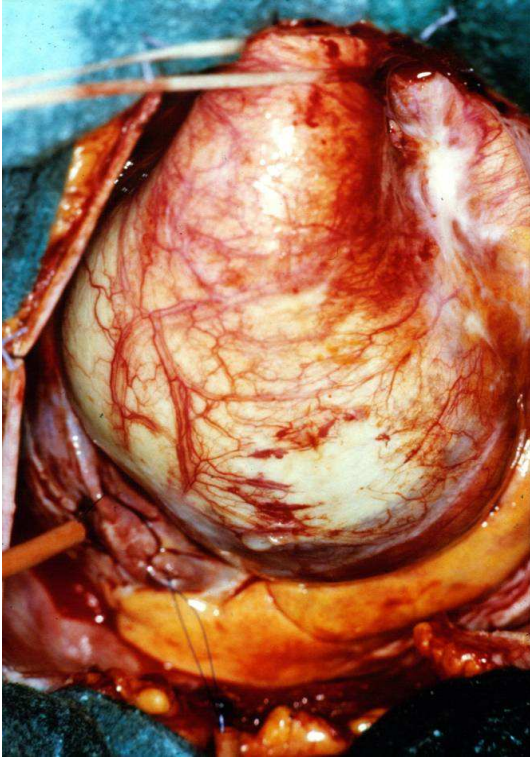
- Deckelblockade
- AV-Block
- Koronare Luftembolie
- Schlaganfall



	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Zu kleine Prothese</li> <li>➤ Nahtausriss, paravalvuläres Leck</li> <li>➤ Koronarostiumverlegung</li> </ul> <p><b>Perioperative Sterblichkeiten nach STS Datenbank weltweit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ AKE : 5.6 %</li> <li>➤ MKE: 5.8 %</li> <li>➤ MKR: 1.8 %</li> </ul>
--	---

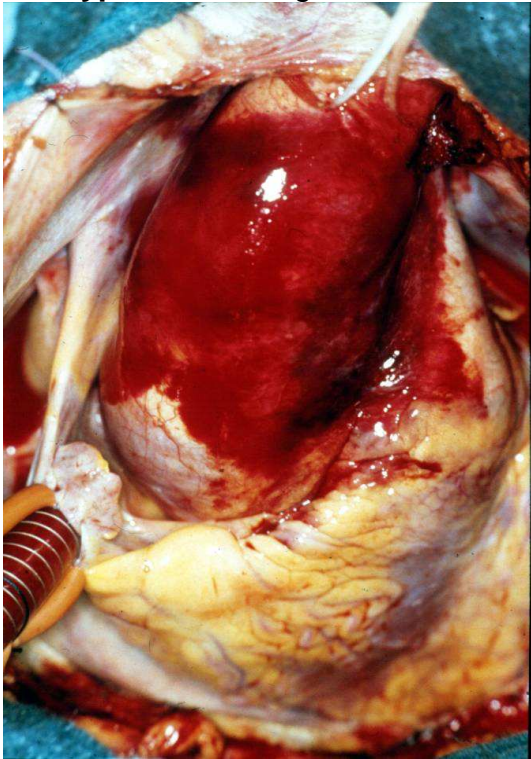
## 8. Erkrankungen der thorakalen Aorta und ihre operative Therapie

### 8.1. Aortenaneurysmen

<b>Definition:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Umschriebene Aufweitung sämtlicher Gefäßwandschichten</li></ul> 
	Abb. 1: Aneurysma der Aorta ascendens
<b>Häufigkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ 500 Fälle bei 100.000 Obduktionen</li></ul>
<b>Allgemeines:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Expansionsrate abhängig vom initialen Aortendurchmesser</li><li>➤ Bei 4cm ca. 3mm/Jahr</li><li>➤ Bei &gt; 6cm ca. 10mm/Jahr, mit 10% Todesfällen ist zu rechnen</li></ul>
<b>Ursachen:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Arterieller Hypertonus</li><li>➤ Generalisierte Arteriosklerose</li><li>➤ Bindegewebsschwäche (Marfan-Syndrom, Ehlers Danlos Syndrom ect.</li><li>➤ Unfälle</li><li>➤ (Schwangerschaft)</li><li>➤ vorausgegangene Herzchirurgie</li></ul>
<b>Einteilung:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Nach der anatomischen Lokalisation, 33% thorakal, 2 % thorakoabdominell, 65 % abdominell</li></ul>
<b>Symptome:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Thoraxschmerz</li><li>➤ Rückenschmerzen</li><li>➤ Druckgefühl</li><li>➤ Dyspnoe</li><li>➤ Heiserkeit</li><li>➤ Dysphagie</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Horner Symptome</li> <li>➤ Einflußstauung</li> <li>➤ Aortenklappeninsuffizienz</li> <li>➤ keine</li> </ul>
<b>Diagnostik:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Transthorakale Echokardiographie (schnell, aber ungenau)</li> <li>➤ Transösophageale Echokardiographie (schnell, genauer als TTE)</li> <li>➤ CT (schnell, sehr genau)</li> <li>➤ MR (langsam, aber das genaueste diagnostische Verfahren)</li> <li>➤ Angiographie (langsam, ähnlich genau wie Transösophageales Echo, zur Op-Planung aber unter Umständen notwendig !)</li> </ul>

## 8.2. Aortendissektionen

<b>Definition:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Einriß der Intima und Vorwühlen des Blutes zwischen den einzelnen Gefäßwandschichten</li> <li>➤ <b>Entry</b> = Eintrittsstelle</li> <li>➤ <b>Reentry</b> = Wiederanschluß an das Gefäßlumen</li> <li>➤ <b>Wahres Lumen</b> = ursprüngliches Gefäßlumen</li> <li>➤ <b>Falsches Lumen</b> = Lumen zwischen den aufgespleißten Gefäßwandschichten</li> <li>➤ <b>Typ A nach Stanford:</b> Einriß liegt im Bereich der Aorta ascendens</li> <li>➤ <b>Typ B:</b> Einriß liegt distal der A. subclavia</li> </ul>
	
	Abb. 2: Dissektion der aufsteigenden Aorta = Typ A
<b>Häufigkeit:</b>	➤ Siehe Aneurysmen
<b>Ursachen:</b>	➤ Siehe Aneurysmen

<b>Symptome:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Siehe Aneurysmen, <u>zusätzlich</u>:</li> <li>➤ Akuter Vernichtungsschmerz</li> <li>➤ Todesangst</li> <li>➤ Herzbeuteltamponade</li> <li>➤ Ischämie aller direkt von der Aorta abgehenden Organe (Herz, Gehirn, Magen-Darm-Trakt, Niere, Rückenmark, Extremitäten)</li> </ul>
<b>Diagnostik:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Siehe Aneurysmen, eine Angiographie zur Darstellung der Aorta und der abgehenden Gefäße, insbes. der Rückenmarksversorgung, ist zur OP-Planung wünschenswert.</li> </ul>

### 8.3. Operative Therapie

<b>Allgemeines</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sowohl bei einem Aneurysma als auch bei einer Dissektion grundsätzlich Ersatz der erkrankten Gefäßabschnitte mit einem Prothesenrohr</li> <li>➤ Im Bereich der Aorta ascendens ist es bei intakter Aortenklappe möglich, suprakoronar eine Prothese einzubringen. Ist die Klappe ebenfalls betroffen, muss der Aortenersatz mit einem klappentragenden Conduit durchgeführt werden. Die technische Herausforderung liegt darin, dass der Herzchirurg dann beide Koronararterien in das Conduit einpflanzen muss.</li> <li>➤ Ebenso ist es möglich, Teile des Aortenbogens und der Aorta descendens mit Kunststoffprothesen zu ersetzen, diese Operationen erfordern eine besondere Beachtung der Durchblutung des Gehirnes und des Rückenmarks durch besonders aufwändige Schutzmaßnahmen.</li> </ul> <div data-bbox="534 1218 1420 1666" data-label="Image"> </div> <p>Abb. 3: Standard-OP-Verfahren bei Aneurysmen und Dissektionen</p>
<b>Schutz des Gehirns (Hypothermie)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Operationen im Bereich des Aortenbogens sind aufgrund der zu erwartenden Ischämie des Gehirns nur möglich, wenn mit Hilfe der Herzlungenmaschine der Körper abgekühlt (Hypothermie) wird und/oder die Durchblutung durch eine retrograde Perfusion aufrecht erhalten wird.</li> <li>➤ Durch Absenkung der Körpertemperatur auf 18 Grad kann der</li> </ul>

Stoffwechsel und damit der Sauerstoffverbrauch in den einzelnen Organen auf ca. 15% reduziert werden, für das Gehirn heißt das, dass man ca. 45min im Kreislaufstillstand operieren kann, ohne schwere neurologische Komplikationen befürchten zu müssen.

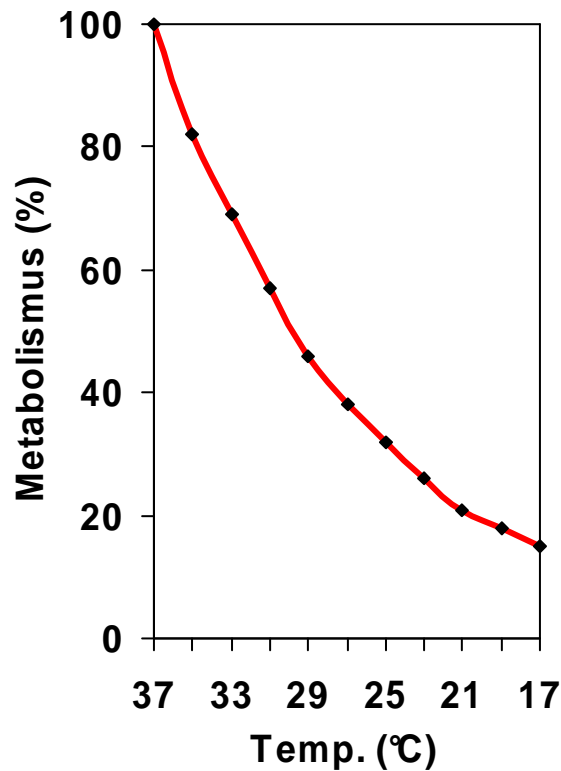


Abb. 4: Abhängigkeit des Hirnstoffwechsels von der Temperatur

#### Schutz des Rückenmarks

- Das Rückenmark ist genau so empfindlich wie das Gehirn.
- Wird der erkrankte Teil der Aorta descendens einfach ausgeklemmt, steigt das Paraplegie-Risiko bereits nach 20min exponentiell an, nach 60min erleiden nahezu alle Pat. neurologische Komplikationen.
- Deshalb intraoperativ Überbrückung der Aorta mit einem Links-Links-Bypass (Anschluß der Herz-Lungenmaschine über den linken Vorhof und die Aorta descendens)

#### OP bei Dissektionen

- Bei Dissektionen im Bereich der Aorta ascendens wird die arterielle Kanüle über die A. subclavia eingebracht. Der Vorteil dieser Perfusionstechnik liegt darin, dass so retrograd über den Truncus brachiocephalicus die Hirndurchblutung gesichert werden kann.
- Nach Abklemmen der supraaortalen Äste kann die Dissektionsmembran eröffnet werden. Anschließend wird die Aortenwand verklebt. Wichtig ist, dass das Entry auf jeden Fall



gefunden und verschlossen wird. Die Verklebung der Membranen führt zu einer lederartigen Umwandlung der Gefäßwand, so dass diese wieder reisfest wird und gut vernäht werden kann.

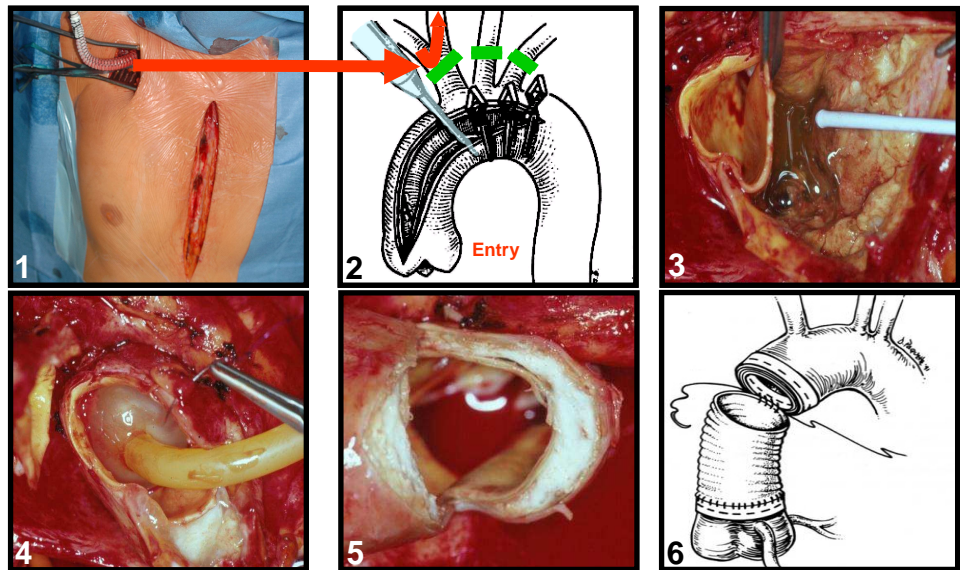


Abb. 5: OP-Vorgehen bei Dissektionen

#### Stentimplantation:

- Eine hervorragende Alternative zur Operation im Bereich der Aorta descendens.
- ist immer dann möglich, wenn im Implantationsbereich kein größeres Gefäß verlegt wird und der Abstand zur linken Arteria subclavia noch wenige mm beträgt, um den Stent sicher zu verankern
- Alternativ kann man die A. Subclavia zur sicheren Stentverankerung auch verlegen, dann kann es aber bei Ischämie des Arms notwendig werden, einen Carotis-Subclavia Bypass anzulegen
- Durch die innere Schienung mittels Stent wird das Entry verschlossen. Die Dissektionsmembran legt sich dann an die restliche Gefäßwand an und thrombosierte.

#### Follow-Up:

- Pat. mit bekannten Gefäßerkrankungen müssen mindestens ½ jährlich mittels Ultraschall oder CT untersucht werden.
- Das allerwichtigste ist die Einstellung der systolischen Blutdruckes auf Werte unter 120mmHg, wenn keine Kontraindikationen vorliegen mit einem Beta-Blocker !

## 9. Herzinsuffizienz

### 9.1. Allgemeines

<b>Definition:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Die Herzinsuffizienz bezeichnet eine krankhaft verminderte Pumpfunktion des Herzens. Dadurch kommt es zu einer unzureichenden Versorgung des Körpers mit Blut und Sauerstoff und zum Blutstau in der Lunge und den anderen Organen bei Stillstand des Herzens.</li><li>➤</li></ul>
<b>Häufigkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Die chronische Herzinsuffizienz betrifft mehr als 1% der Bevölkerung und ist einer der häufigsten Gründe für Krankenhausaufenthalte.</li></ul>
<b>Einteilung:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ NYHA I: Keine Einschränkung bei normaler Belastung.</li><li>➤ NYHA II: Leichte Einschränkung der körperlichen Belastbarkeit.</li><li>➤ NYHA III: Deutliche Einschränkung der Belastbarkeit.</li><li>➤ NYHA IV: Symptome der Herzschwäche schon in Ruhe.</li></ul>
<b>Formen:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Akut – chronisch</li><li>➤ Systolisch – diastolisch</li><li>➤ Vorwärtsversagen – Rückwärtsversagen</li><li>➤ Low Output – High Output</li><li>➤ Ventrikulär – atrial</li><li>➤ Linksherz – Rechtsherz</li><li>➤ Kompensiert – dekompenziert</li></ul>
<b>Ursachen:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Volumenbelastung</li><li>➤ Druckbelastung</li><li>➤ Myozytendysfunktion</li><li>➤ Rhythmusstörungen</li></ul>
<b>Diagnostik:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Anamnese</li><li>➤ Röntgen-Thorax</li><li>➤ EKG</li><li>➤ Echokardiographie</li><li>➤ Spirometrie</li><li>➤ Herzkatheteruntersuchung</li></ul>
<b>Symptome:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Verminderte Belastbarkeit</li><li>➤ Dyspnoe / Orthopnoe</li><li>➤ Periphere Ödeme</li><li>➤ Nächtlicher Husten</li><li>➤ Nykturie</li><li>➤ Palpitationen</li><li>➤ Gewichtszunahme (seltener Abnahme)</li></ul>



<b>Therapieformen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Medikamentös (Diuretika, <math>\beta</math>-Blocker, ACE-Hemmer, etc.)</li> <li>➤ Interventionell (PTCA, Valvuloplastie)</li> <li>➤ Operativ</li> </ul>

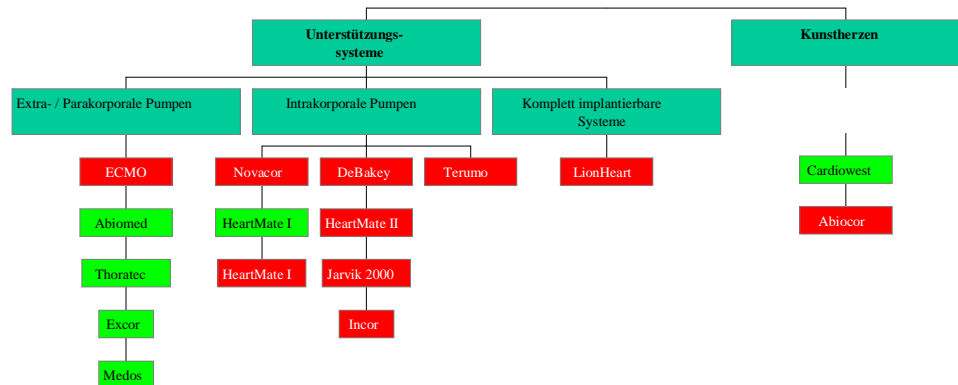
## 9.2. Operative Therapie der Herzinsuffizienz

<b>Chirurgische Therapieformen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hochrisikochirurgie</li> <li>➤ Biventr. Herzschrittmacher</li> <li>➤ LV-Rekonstruktion</li> <li>➤ Mitralrekonstruktion</li> <li>➤ Mechanische Kreislaufunterstützung</li> <li>➤ Herztransplantation</li> <li>➤ Experimentelle Verfahren (Diastolische Restriktion, etc.)</li> </ul>
<b>Hochrisiko-chirurgie:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Konservative Operation bei KHK oder Klappenvitium bei schlechter (linksventrikulärer) Pumpfunktion</li> <li>➤ Voraussetzung: (bypassfähige Gefäße und) vitales Myokard</li> </ul> <div data-bbox="523 745 818 969"> </div> <p data-bbox="884 815 1362 887">Positronenemissionstomogramm: -&gt; Vitales Myokard</p> <div data-bbox="512 999 887 1267"> </div> <p data-bbox="892 1106 1286 1142">Mitralklappenrekonstruktion</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ergebnisse: Risiko vergleichbar mit dem der Herztransplantation</li> </ul>
<b>Resynchronisationstherapie (CRT)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bei Patienten mit Überleitungsverzögerungen mit Erweiterung des QRS-Komplexes (<math>&gt; 120</math> ms), aber nur bei Linksschenkelblock</li> <li>➤ Resynchronisation durch einen Vorhof-synchronisierten biventrikulären Schrittmacher (Stimulation von rechtem Vorhof und beiden Ventrikeln)</li> <li>➤ Kann mit einem Defibrillator (ICD) kombiniert werden</li> </ul> <div data-bbox="922 1568 1422 2040"> </div>

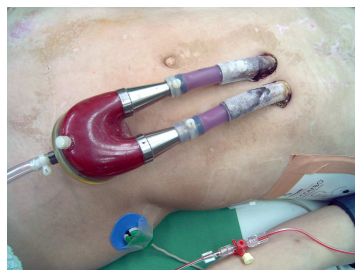
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Verbessert die systolische und diastolische Herzfunktion</li> </ul>
<b>LV-Rekonstruktion:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bei Patienten mit linksventrikulären Aneurysmen und bei Patienten mit einer ausgeprägten dilatativen Kardiomyopathie</li> <li>➤ <b>Linksventrikuläres Aneurysma:</b> 85 % in der Vorderwand Wandadhärente Thromben in 40-50 % der Fälle Op-Indikation bei Herzinsuffizienz, Angina, Rhythmustörungen, Embolien</li> </ul> <div data-bbox="499 629 1460 1059" data-label="Image"> <p>The image block contains three visual elements. On the left is a photograph of a gross heart specimen showing a large, irregular aneurysm on the anterior wall. To the right are two diagrams. Diagram (a) shows a surgical incision on the anterior wall of the left ventricle, with sutures indicating the planned resection and reconstruction. Diagram (b) shows a similar view but with a different surgical approach, possibly involving a more extensive resection or a different closure technique.</p> </div> <p>LV-Reduktion nach Dor: Op-Risiko &lt; 5 %, 5 J-Überlebensrate &gt; 90 % Alternativ: lineare oder zirkuläre Naht ohne Einnähen eines Kunststofflickens</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Dilatative Kardiomyopathie:</b> Batista-Operation = Chirurgische Verkleinerung des linken Ventrikels durch Exzision der Lateralwand (gemäß Laplace'schem Gesetz)</li> </ul> <div data-bbox="520 1424 1342 1671" data-label="Image"> <p>The image block contains two visual elements. On the left is a diagram consisting of two red circles. The left circle is large, and the right circle is significantly smaller. A green arrow points from the large circle to the small circle, representing the reduction in ventricular size. On the right is a photograph of a surgical procedure on a heart, showing the excision of a portion of the lateral wall of the left ventricle to reduce its volume.</p> </div> <p>Ergebnisse: 1 J-Überlebensrate: ca. 80 % Alternative: Mitralklappenrekonstruktion mit Überkorrektur (nach Bolling)</p>

## Mechanische Kreislaufunterstützung

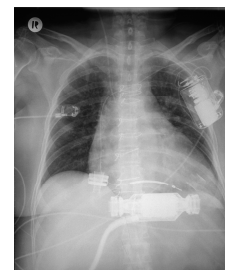
- Implantation eines Kunsterzens (eigenes Herz wird exzidiert) oder eines Kunsterzenunterstützungssystem (eigenes Herz wird belassen):



- Indikation: NYHA IV – keine weiteren Therapieoptionen, ggf. außer einer Herztransplantation  
Herzindex < 2.0,  $VO_2\text{max}$  < 14
- Therapieziele:  
Überbrückung bis zu einer Herztransplantation  
Überbrückung bis zur Erholung des erkrankten Herzens  
Definitive Therapie (Dauertherapie)
- Beispiele für linksventrikuläre Unterstützung:



Extrakorporales System  
(Pneumatisch betrieben)



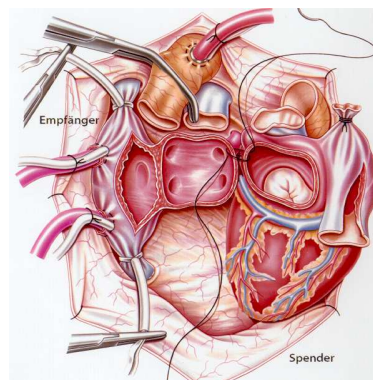
Intrakorporales System  
(Elektrische Axialpumpe)  
komb.mit ICD-System

- Ergebnisse:  
Erfolgreiche Transplantation oder Entwöhnung vom System bei etwa 60 % der Patienten möglich.
- Hauptprobleme:  
Strikte Antikoagulation und Antiaggregation  
Blutungskomplikationen  
Thrombembolische Komplikationen  
Systeminfektionen

## Herztransplantation:

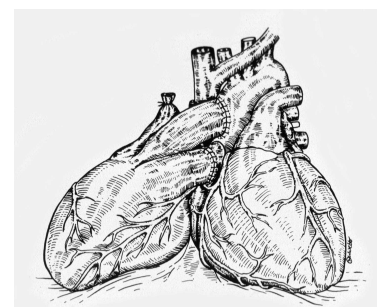
- Austausch des erkrankten Herzens mit einem Spenderherzen.
- Indikation:
  - Herzindex  $< 2.0$ ,  $VO_2\text{max} < 14$
  - Ø Therapiealternative
  - Ø pulmonale Hypertonie
  - Ø Tumorleiden
  - Ø Infektion
  - Psychosozial stabil
  - Alter  $< 65$  J (relative Kontraindikation)
- Vergabe der Spenderorgane durch Eurotransplant / Leiden nach identischer Blutgruppe im ABO-System (Rhesusfaktor irrelevant)
  - Größe, Gewicht, Alter
  - Entfernung
  - Wartezeit
  - Dringlichkeit
- Organentnahme:
 

Ischämietoleranz	4 h
Transportzeit	$< 2,5$ h
Explantradius	$> 1000$ km
- Herztransplantationstechniken



Orthotop - biatrial

- Biatrial (Lower u. Shumway)
- Bicaval
- Bicaval u. bipulmonalvenös (total orthotop)
- Heterotop (zusätzliches 2. Herz)



- Ergebnisse:
  - Perioperatives Risiko 10 %, 10-Jahres-Überlebensrate ca. 50 %
- Langzeitprobleme:
  - Abstoßungskrisen
  - Nebenwirkungen der Immunsuppressiva (Hypertonie, Niereninsuffizienz)
  - Tumorneubildungen (v.a. Hauttumoren)



## 10. Herzschrittmacher und Defibrillatoren

### 10.1. Herzschrittmacher

<b>Definition:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Ein Herzschrittmacher ist ein batteriebetriebener elektronischer Impulsgeber, der aus einem Gehäuse mit der entsprechenden Elektronik und Batterie sowie ein bis drei Elektroden besteht und elektrische Impulse an das Herz abgibt. Herzschrittmacher wurden für Patienten entwickelt, deren Herz zu langsam schlägt (Bradykardie). Das Implantat überwacht die Herzaktivität des Patienten. Es sendet elektrische Impulse, wenn kein oder kein ausreichend frequenter herzeigener Rhythmus vorliegt und veranlasst den Herzmuskel, sich zusammenzuziehen. Damit gewährleistet der Herzschrittmacher einen regelmäßigen und schnelleren Herzschlag.</li></ul>
<b>Einteilung:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Einkammerschrittmacher (Stimulation von rechtem Vorhof <u>oder</u> rechter Herzkammer)</li><li>➤ Zweikammerschrittmacher (Stimulation von rechtem Vorhof <u>und</u> rechter Herzkammer)</li><li>➤ Dreikammerschrittmacher (Stimulation von rechtem Vorhof <u>und</u> <u>beiden</u> Herzkammern)</li></ul>
<b>Indikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Bradykardie</li><li>➤ Atrioventrikulärer Block (AV-Block II – III)</li><li>➤ Syndrom des kranken Sinusknotens (Sick Sinus Syndrom)</li></ul>
<b>Symptome:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Schwindel</li><li>➤ Synkopen</li><li>➤ Übelkeit</li><li>➤ Schwitzen</li><li>➤ Unruhe</li><li>➤ Schock</li><li>➤ Tod</li></ul>
<b>Diagnostik:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Anamnese</li><li>➤ Elektrokardiogramm (EKG)</li><li>➤ Langzeit-EKG</li></ul>
<b>Codierung:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Herzschrittmacher enthalten eine Codierung, die aus drei bis vier Buchstaben besteht:</li><li>➤ 1. Buchstabe: gibt den Ort der Stimulation an (A = Atrium, V = Ventrikel, D = Dual [Vorhof und Ventrikel])</li><li>➤ 2. Buchstabe: gibt den Ort der Wahrnehmung an (A = Atrium, V = Ventrikel, D = Dual [Vorhof und Ventrikel])</li><li>➤ 3. Buchstabe: Steuerung (I = Inhibition [Stimulation durch den</li></ul>



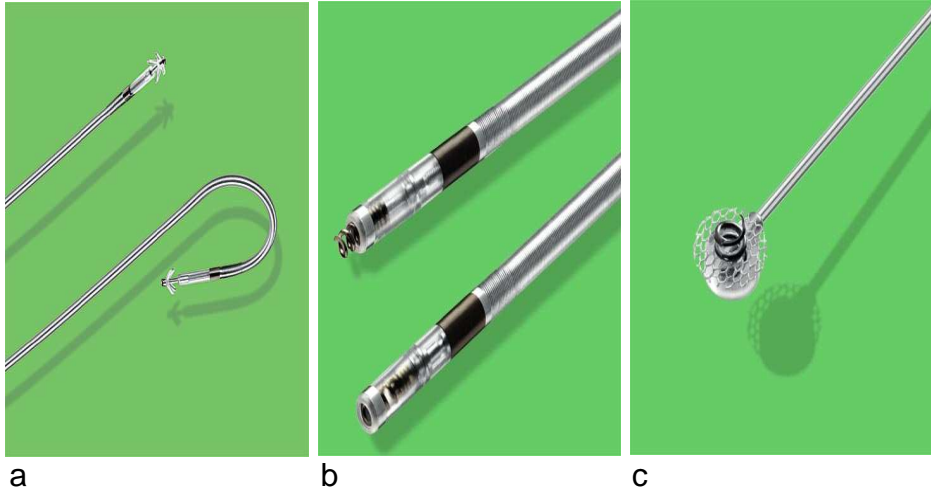
	<p>Schrittmacher wird durch ausreichende Eigenfrequenz unterdrückt], T = Trigger [Ventrikelstimulation wird durch herzeigene Vorhofaktion ausgelöst], D = Dual [Inhibition und Trigger]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 4. Buchstabe: Reagibel (R) = Schrittmacher reagiert mit der Impulshäufigkeit auf den Aktivitätszustand des Patienten (langsamer in Ruhe, schneller bei Aktivität)</li> <li>➤ typische Beispiele: AAIR, VVIR, DDDR</li> </ul>
--	---

## 10.2. Defibrillatoren

<b>Definition:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ein Defibrillator ist ein batteriebetriebener elektronischer Impulsgeber, der aus einem Gehäuse mit der entsprechenden Elektronik und Batterie sowie ein bis drei Elektroden besteht und elektrische Impulse an das Herz abgibt. Defibrillatoren wurden für Patienten entwickelt, deren Herz zu schnell schlägt (Tachykardie). Das Implantat überwacht die Herzaktivität des Patienten. Es sendet elektrische Impulse, wenn ein lebensbedrohlich schneller Rhythmus vorliegt und versetzt das Herz wieder in einen normalen Herzrhythmus. Jeder Defibrillator beinhaltet auch eine Herzschrittmacherfunktion (s.o.).</li> </ul>
<b>Einteilung:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ s. Herzschrittmacher</li> </ul>
<b>Indikationen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Herz-Kreislaufstillstand</li> <li>➤ Ventrikuläre Tachykardie</li> <li>➤ asymptomatischer Risikopatient</li> </ul>
<b>Symptome:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ siehe Herzschrittmacher, <u>zusätzlich:</u></li> <li>➤ Herzjagen</li> <li>➤ Herzstolpern</li> <li>➤ Embolie</li> </ul>
<b>Diagnostik:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ siehe Herzschrittmacher, <u>zusätzlich:</u></li> <li>➤ elektrophysiologische Untersuchung</li> </ul>

## 10.3. Operative Therapie

<b>Allgemeines</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ die Implantation von Herzschrittmachern und Defibrillatoren verläuft aus chirurgischer Sicht annähernd gleich. Bei Defibrillatoren wird zusätzlich die Funktionstüchtigkeit des Implantates durch die Induktion von Kammerflimmern, welches durch das Gerät erfolgreich terminiert werden muss, überprüft.</li> </ul>
--------------------	--

<b>Elektroden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ die Implantation von Herzschrittmachern und Defibrillatoren erfolgt in erster Linie durch transvenöses Einführen der endokardialen Elektrode(n). Bei Säuglingen und Kleinkindern kann eine epikardiale Implantation erforderlich sein</li> <li>➤ die Implantation von Herzschrittmachern kann in aller Regel in Lokalanästhesie erfolgen, für die Implantation eines Defibrillators ist eine Allgemeinnarkose erforderlich</li> </ul> <div data-bbox="509 468 1444 958">  <p>The image shows three different types of cardiac electrodes against a green background. Panel (a) shows a long, thin wire with a small hook-like tip. Panel (b) shows two electrodes with a threaded (screw) tip. Panel (c) shows a single electrode with a larger, circular, mesh-like tip.</p> </div> <p>Abb. 1: Elektrodentypen  a: endokardiale Ankerelektrode = passive Fixierung  b: endokardiale Schraubelektrode = aktive Fixierung  c: epikardiale Schraubelektrode = aktive Fixierung</p>
<b>Operativer Zugang</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ die transvenöse Implantation erfolgt meist über die linke Vena cephalica in der Mohrenheim'schen Grube (Sulcus deltoideopectoralis). Die Elektrode gleitet durch die Vena subclavia → Vena brachiocephalica (Vena anonyma) → Vena cava superior → rechter Herzvorhof → rechte Herzkammer</li> <li>➤ eine transvenöse Elektrode zur Stimulation der linken Herzkammer wird über die grosse Herzvene (Sinus coronarius, mündet im rechten Herzvorhof) implantiert</li> <li>➤ alternativ kann eine linksventrikuläre Stimulationselektrode per linksseitiger anterolateraler Thorakotomie auf dem linken Ventrikel plaziert werden</li> <li>➤ die epikardiale Implantation erfolgt durch einen subxiphoidalen Zugang, über den der rechte Herzvorhof und der rechte Ventrikel problemlos erreicht werden können</li> <li>➤ das Aggregat wird unter dem grossen Brustmuskel (subpectoral) oder unter dem geraden Bauchmuskel (abdominell) plaziert</li> </ul>

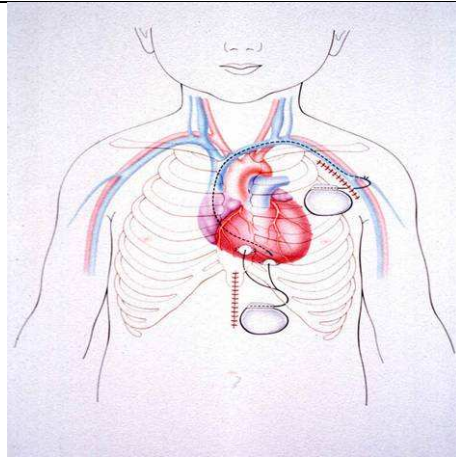


Abb. 2: transvenöser und epikardialer Zugang

### Komplikationen

- Serom / Hämatom
- Infektion (lokal oder systemisch)
- (Spannungs-)Pneumothorax
- Elektrodenperforation
- Twiddler-Syndrom (Drehung des Aggregates in der Tasche)
- Elektrodendislokation / -fehlage

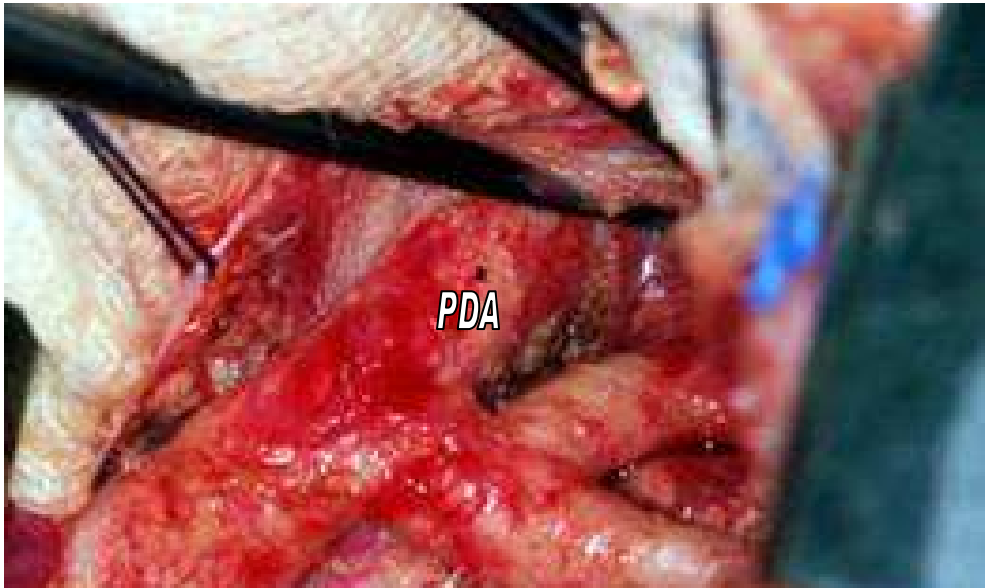


Abb. 3: Twiddler-Syndrom

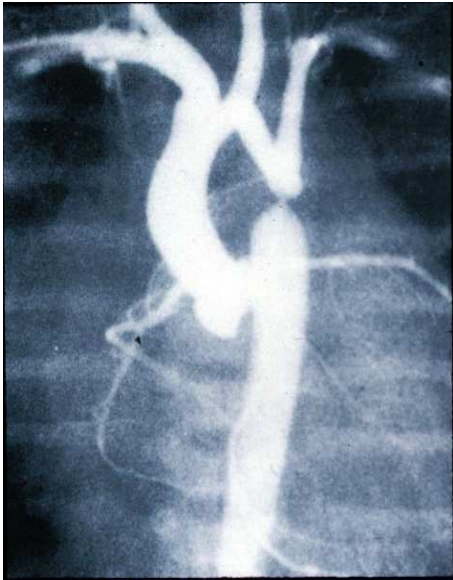
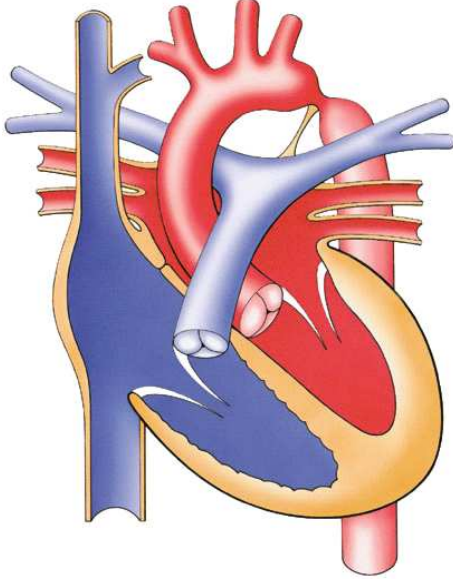
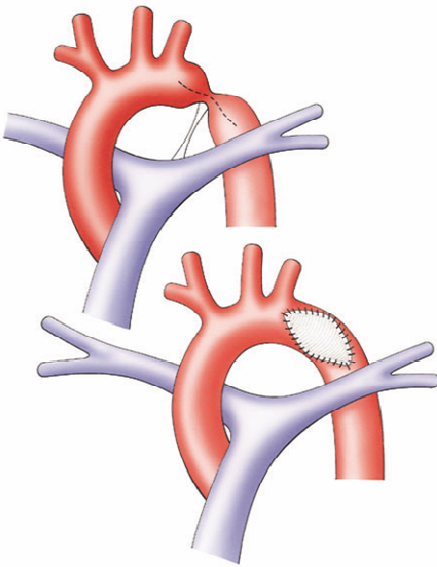
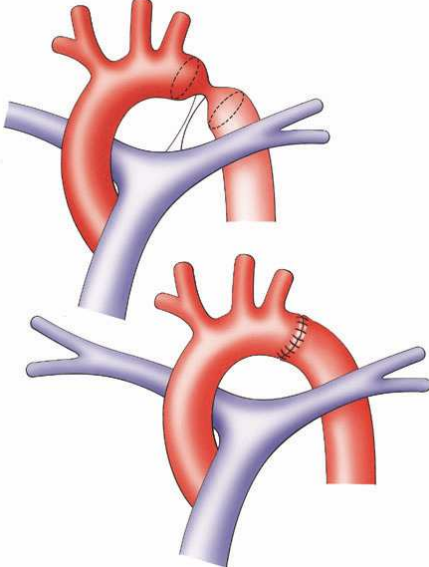
# 11. Angeborene Herzfehler und ihre operative Therapie

## 11.1. Nicht zyanotische Herzfehler

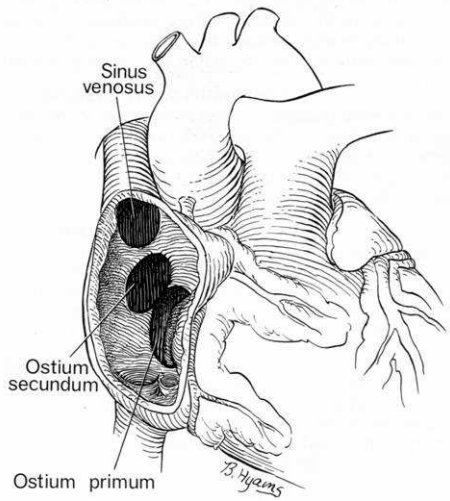
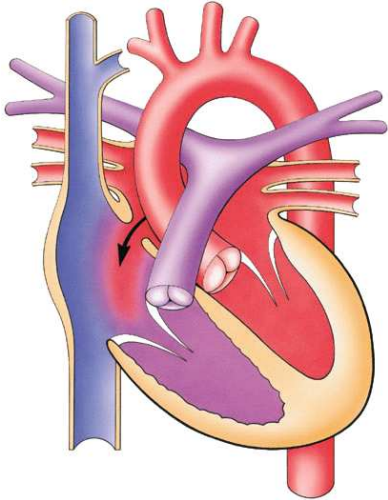
### 11.1.1. Persistierender Ductus arteriosus

<b>Definition:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Fehlende Obliteration des Ductus post partum</li></ul>  <p>Persistierender Ductus arteriosus (PDA)</p>
<b>Häufigkeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ 1/200</li></ul>
<b>Allgemeines:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Ductus-Verschluß durch fallenden PGE-Spiegel im Blut</li><li>➤ Vasokonstriktion durch pO<sub>2</sub>-Anstieg im Blut</li></ul>
<b>Symptome:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Akutes Atemnotsyndrom</li><li>➤ Herzinsuffizienz, Herzgeräusch</li></ul>
<b>Therapie:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Medikamentös (Indomethacin)</li><li>➤ Interventionell (Schirm, Coil)</li><li>➤ Thorakoskopisch (Gefäßclip)</li><li>➤ Offen chirurgisch (3-fach Ligatur) über linksseitige Thorakotomie</li></ul>

## 11.1.2. Coarctatio aortae

<b>Definition:</b>	➤ Schwere Stenose der Aorta direkt distal des Abganges der linken Arteria subclavia
<b>Symptome:</b>	➤ Manifestation der präduktalen Koarktation <b>im Säuglingsalter</b> mit kongestivem Herzversagen ➤ Manifestation der postduktalen Koarktation <b>in der Kindheit</b> mit einer Hypertonie der oberen Extremität
<b>Diagnostik:</b>	 
<b>Operative Therapie:</b>	  <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <span><b>Patch-Erweiterungsplastik</b></span> <span><b>End-zu-End Resektion</b></span> </div>

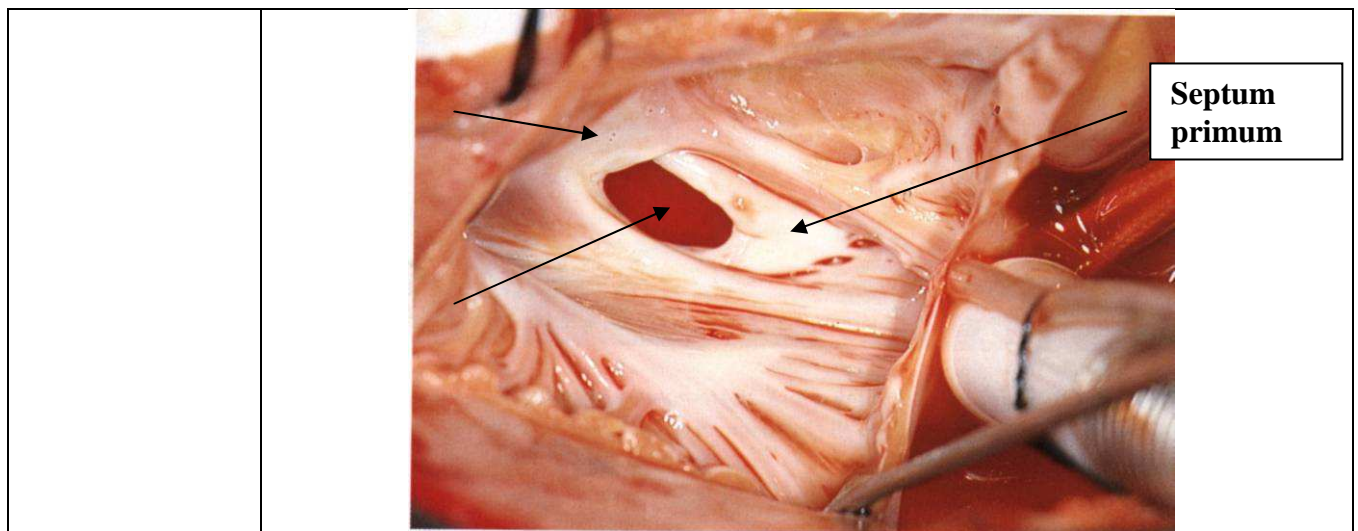
### 11.1.3. Vorhofseptumdefekt

<b>Definition:</b>	➤ Defekt des Vorhofseptums mit Links-Rechts-Shunt
<b>Formen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Defekt des Ostium sekundum Je nach Größe Verschuß durch direkte Naht, Patch oder interventionell mit Schirmchen</li> <li>➤ Defekt des Ostium primum (ggf. kombiniert mit Spaltbildung im vorderen Mitralklappensegel) Verschluß durch Patch, bei hämodynamisch bedeutsamer Insuffizienz der Mitralklappe Adaptationsnaht des vorderen Mitralklappensegels</li> <li>➤ Sinus-venosus-Defekt (ggf. assoziiert mit einer partiellen Fehlmündung der rechten Lungenvenen) Patchverschluß zur Vermeidung einer Verengung des Überganges von Vena cava superior zum rechten Vorhof</li> </ul>
<b>Anatomie:</b>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>Topographie</b></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>Links-Rechts-Shunt</b></p> </div> </div>
<b>Intraoperativer Situs:</b>	

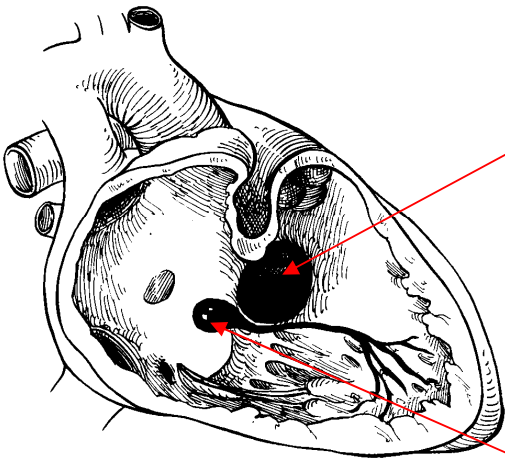
**Septum  
secundum**

**ASD/PFO**





#### 11.1.4. Ventrikelseptumdefekt

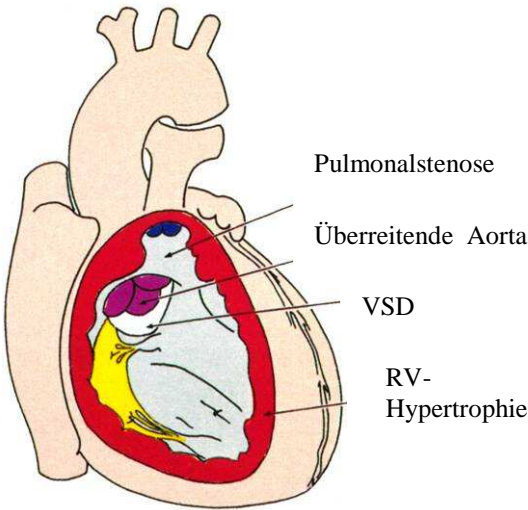
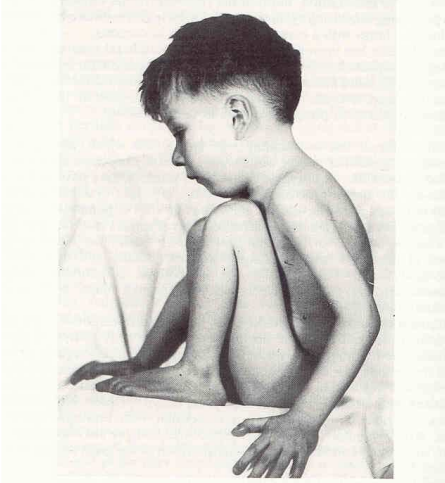
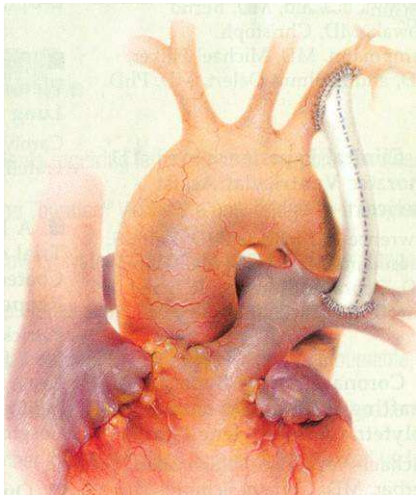
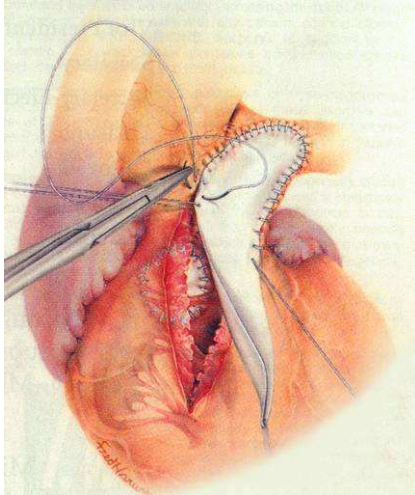
<b>Definition:</b>	➤ Defekt des Ventrikelseptums mit Links-Rechts-Shunt
<b>Symptomatik:</b>	➤ In Abhängigkeit von der Größe des Defektes und des Shunt-Volumens Herzinsuffizienz, Lungenödem, Entwicklungsverzögerung systolisches Herzgeräusch, rezidivierende pulmonale Infekte
<b>Formen:</b>	➤ Defekt des membranösen Septums Je nach Größe Verschuß durch direkte Naht oder Patch  ➤ Defekt des muskulären Septums: einzeln oder multipel (Swiss cheese) Verschuß durch Patch
<b>Anatomie:</b>	<div style="text-align: center;">  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div data-bbox="1086 1462 1410 1534" style="text-align: right;">Perimembranöser Ventrikelseptumdefekt</div> <div data-bbox="1086 1843 1353 1915" style="text-align: right;">AV-Knoten mit Reizleitungssystem</div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">Topographie</div>



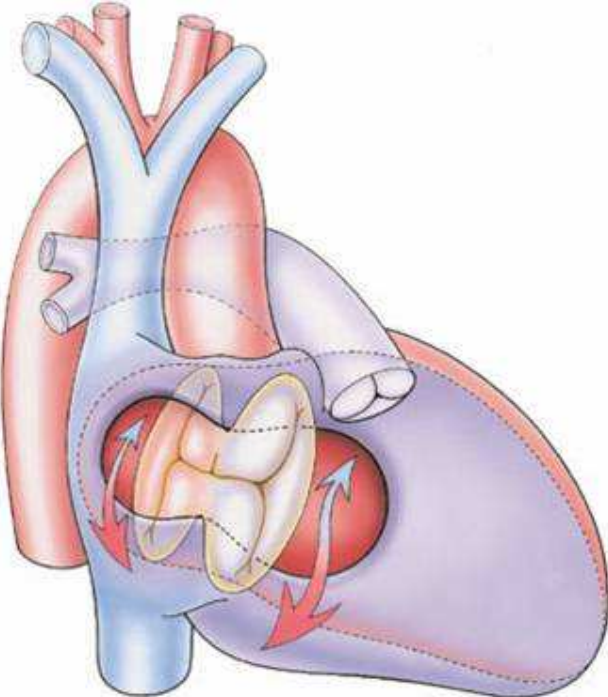
<b>Op-Indikation:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Keine Operation bei <ul style="list-style-type: none"> <li>- kleinem drucktrennendem VSD (Spontanverschluß)</li> <li>- Eisenmenger-Reaktion (Shuntumkehr = Kontraindikation)</li> </ul> </li> <li>➤ Korrekturoperation bei Links-Rechts Shunt von &gt; 30-40%</li> <li>➤ Ohne Therapie: Anstieg des pulmonalen Gefäßwiderstandes aufgrund der vermehrten pulmonalarteriellen Perfusion bis hin zur Shunt-Umkehr</li> </ul>
<b>Komplikation:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Leitungsblockierung: AV-Block III, bifaszikuläre Blöcke</li> <li>➤ Rest- oder Rezidivdefekte</li> </ul>

## 11.2. Zyanotische Herzfehler

### 11.2.1. Fallot'sche Tetralogie

<b>Historie:</b>	<p>1672: Anatomische Beschreibung durch N. Stensen</p> <p>1888: Beschreibung der Tetralogie durch Fallot</p> <p>1970: Unterentwicklung des Konusseptums (Monologie) als Ursache der Fallot'schen Tetralogie durch Van Praagh</p>
<b>Häufigkeit:</b>	Ca. 10% aller angeborenen Herzfehler
<b>Symptome:</b>	<div style="display: flex; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;"><b>Kind mit Fallot'scher Tetralogie</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Hockstellung zur Erhöhung des systemarteriellen Widerstandes und damit zur vermehrten pulmonalen Perfusion</b></p>
<b>Operative Therapie:</b>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>Früher</b></p>  <p><b>Palliation (Blalock-Taussig-Shunt)</b></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>Heute</b></p>  <p><b>Korrektur (VSD-Verschluß, Patcherweiterung)</b></p> </div> </div>

## 11.2.2. AV-Kanal

<b>Definition:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Der Vorhof-Kammer-Scheidewand-Defekt (Atrio-Ventrikulärer Septum Defekt, AVSD oder auch <u>Completter-AV-Canal</u>, CAVC genannt)</li> </ul>
<b>Blutstrom:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Das sauerstoffverbrauchte Blut fließt über die obere und untere Hohlvene in den rechten Vorhof und von dort in die rechte Herzkammer. Bereits im Vorhof mischt sich sauerstoffreiches Blut aus der Lunge über den Vorhofscheidewand Defekt (ASD) zu dem sauerstoffverbrauchten Blut hinzu. Das gleiche geschieht im Bereich der Herzkammern. Über den Kammerscheidewand Defekt (VSD) tritt überwiegend sauerstoffreiches Blut von der linken in die rechte Herzkammer bzw. direkt in die Lungenschlagader.</li> </ul>  <p><b>Abb. 1: Anatomie AV-Kanal</b></p>
<b>Anatomie:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Durch diesen großen Defekt in der Vorhof- und Kammerscheidewand haben die beiden Herzklappen, die den linken und rechten Vorhof von der linken und rechten Herzkammer trennen, keinen Halt an der Kammerscheidewand. Die beiden Klappen sind stattdessen mit einander zu einer gemeinsamen Klappe (GK) verschmolzen.</li> </ul>
<b>Pathophysiologie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Über die beiden Defekte stehen alle vier Herzhöhlen miteinander in Verbindung. Die linke Herzkammer, in der ein höherer Druck als in der rechten herrscht, pumpt zusätzlich zur rechten Herzkammer Blut in die Lungengefäße, die daran Schaden nehmen können. Dieser zusätzliche Fluß kommt auch gleich wieder aus den Lungengefäßen zurück in die linke Herzkammer, die dadurch unnötigerweise belastet wird, was schließlich zu einer Herzschwäche führen kann.</li> </ul>
<b>OP-Prinzip:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Um diesen Herzfehler zu korrigieren, muss der Kammerscheidewanddefekt verschlossen werden. Am oberen Rand</li> </ul>

des Defektes muss die gemeinsame Klappe (GK) an den Flicken angenäht werden. Anschließend muss der Vorhofscheidewand Defekt ebenfalls mit einem Flicken verschlossen werden. Die Spaltbildung an der Mitralklappe wird ebenfalls mit einer adaptierenden Naht versorgt.

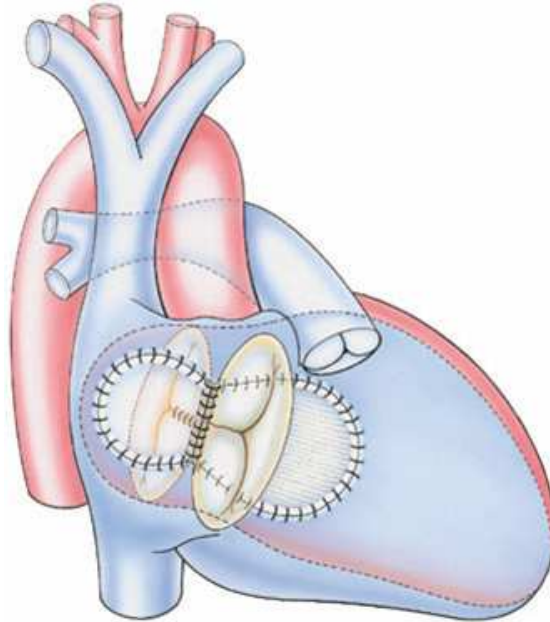
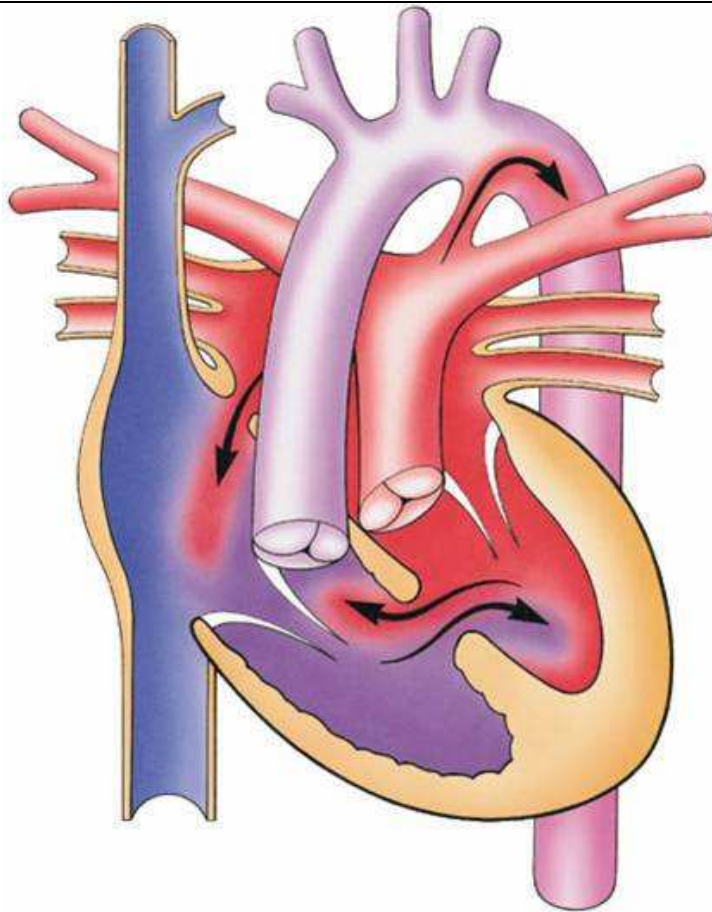


Abb. 2: Operation AV-Kanal mit 2-Patch-Technik

### 11.2.3. Transposition der großen Arterien (TGA)

<b>Definition:</b>	➤ Die Hauptschlagader und die Lungenschlagader sind vertauscht, d.h. die Aorta entspringt aus dem rechten Ventrikel, die Lungenschlagader entspringt aus dem linken Ventrikel. Überlebensfähig sind die Kinder nur, wenn zusätzlich auf Vorhof- oder Ventrikelebene ein Shunt besteht oder der Ductus offen ist.
<b>Blutstrom:</b>	➤ Durch die Fehlstellung der großen Arterien wird das sauerstoffarme Blut, das aus dem Körperkreislauf über die obere und untere Hohlvene in die rechte Herzkammer gelangt, von dort wieder über die Hauptschlagader in den Körperkreislauf gepumpt, ohne zuvor mit Sauerstoff aufgesättigt zu werden. Der andere frustrane Kreislauf wird durch die linke Herzkammer und den Lungenschlagadern gebildet. Die linke Herzkammer pumpt das ankommende sauerstoffreiche Blut aus der Lunge wieder zurück in die Lungenschlagadern, anstatt in den Körperkreislauf. Überlebensfähigkeit besteht nur, wenn Shuntverbindungen (offener Ductus, ein ASD oder VSD) vorhanden sind.

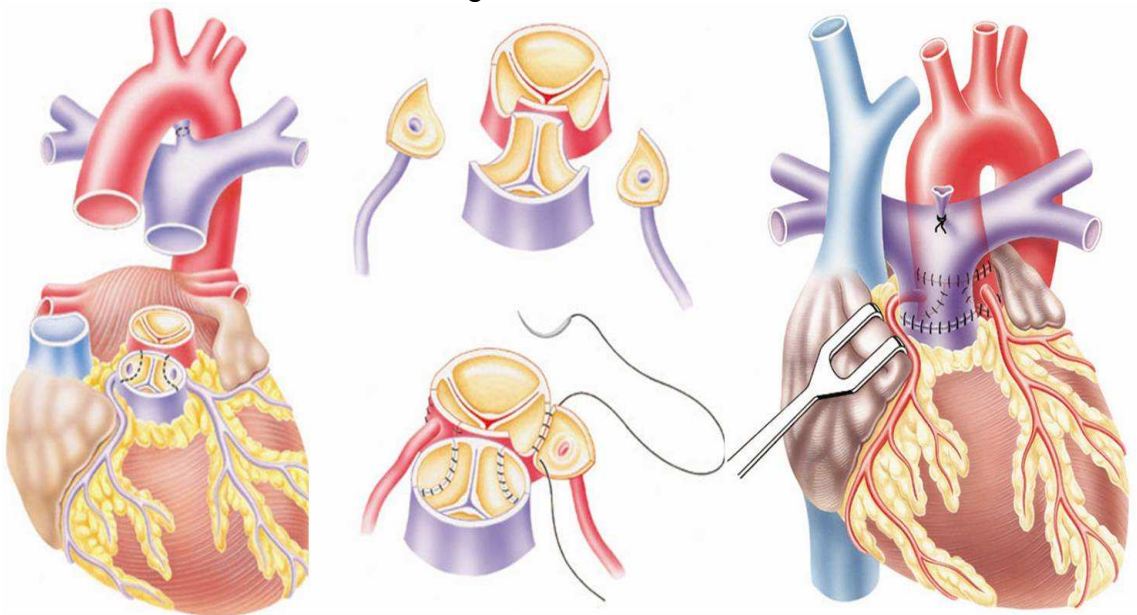




**Abb. 3: Anatomie TGA**

**OP-Verfahren:**

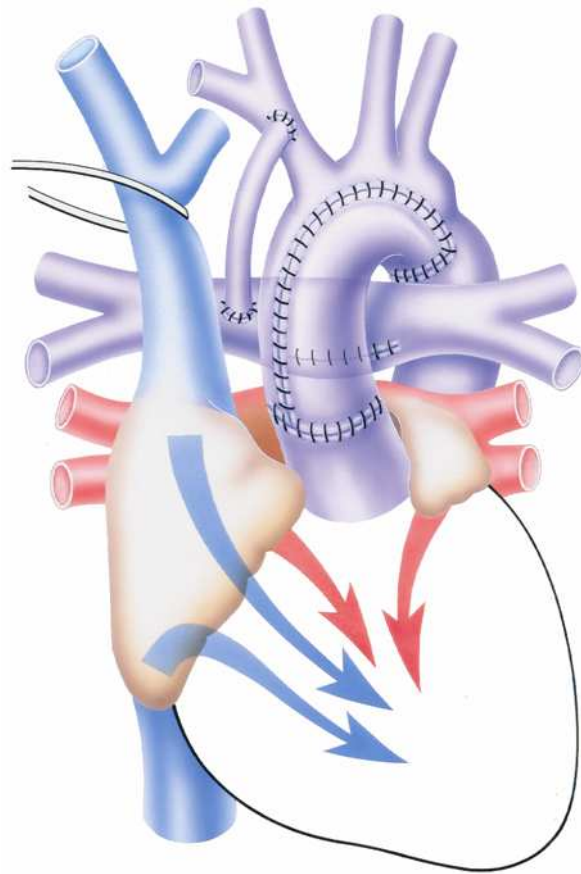
- Sog. Switch-Operation
- Zur Korrektur müssen die fehlerhaft angeschlossenen großen Gefäße durchtrennt und vertauscht wieder angenäht werden. Dazu müssen die Gefäße freigelegt und der PDA durchtrennt werden
- die Ursprünge der Herzkranzgefäße (HKG) müssen zusammen mit der Hauptschlagader versetzt werden, damit der Herzmuskel auch mit sauerstoffreichem Blut versorgt wird



**Abb. 4: Korrektur-OP bei TGA**

#### 11.2.4. Hypoplastisches Linksherzsyndrom

<b>Definition</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Beim Hypoplastischen Linksherz-Syndrom liegt eine Unterentwicklung (Hypoplasie) der linken Herzkammer vor. Sie ist Folge einer Hypoplasie oder gar eines Verschlusses der Mitralklappe, also der Klappe zwischen linkem Vorhof und linker Herzkammer und/oder der Aortenklappe. Die linke Herzkammer des Neugeborenen hat dann ein viel zu kleines Volumen und die in Folge ebenfalls unterentwickelte Körperschlagader oft nur einen Durchmesser von 2 mm.</li> <li>➤ Lebensnotwendig ist in dieser Situation ein Defekt in der Vorhofscheidewand und ein offener Ductus arteriosus.</li> </ul>
<b>Blutstrom</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Somit mischt sich das verbrauchte Blut aus den Hohlvenen mit dem sauerstoffreichen Blut aus dem linken Vorhof, welches nicht über die verschlossene Mitralklappe in die linke Herzkammer und somit in die Körperschlagader fließen kann, sondern über die Öffnung in der Vorhofscheidewand in den rechten Vorhof gelangt. Dieses Mischblut fließt dann über die rechte Herzkammer in die Lungenschlagader und von dort zu einem Teil in die Lungengefäße und zum anderen Teil über den Ductus in die Körperschlagader, in dieser Situation der einzige Zufluß zur Versorgung der lebenswichtigen Organe (Herz über die Durchblutung der Herzkranzgefäße, Gehirn, Leber, Nieren).</li> </ul>
<b>OP-Verfahren:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Die operative Behandlung besteht aus drei Schritten, von denen der erste am Ende der ersten Lebenswoche, der zweite meist mit 3 bis 5 Monaten (bzw. mit Erreichen eines Körpergewichtes von ca. 5 kg) und der dritte ab dem Beginn des dritten Lebensjahres erfolgt.</li> </ul>
<b>OP-Schritt 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Norwood-OP</b></li> <li>➤ Der Stamm der Lungenschlagader wird durchtrennt und die unterentwickelte Körperschlagader durch einen Perikardflicken erweitert. Die beiden Gefäße werden verbunden, so daß die rechte Herzkammer durch dieses Gefäß das Blut in alle Organe des Körpers pumpen kann. Der Stamm der unterentwickelten Körperschlagader wird mit der neuen Körperschlagader seitlich verbunden und dient als Ursprung der Herzkranzgefäße. Die Lunge wird durch ein Kunststoffröhrchen (Shunt), das zwischen einem Nebenast der Körperschlagader und der Lungenschlagader eingesetzt wird, mit Blut versorgt.</li> </ul>



**Abb. 5: Norwood-OP**

## **OP-Schritt 2**

- **Hemifontan-Operation**
- Hier wird eine Verbindung zwischen der oberen Hohlvene und der Lungenschlagader geschaffen und gleichzeitig das oben erwähnte Kunststoffröhrchen entfernt
- In der erreichten Altersstufe genügt im Gegensatz zum Neugeborenenalter allein der Venendruck ohne eine dazwischen geschaltete aktiv pumpende Herzkammer, um das Blut durch die Lunge zu treiben.
- Die Sauerstoff-Aufsättigung des aus der oberen Körperhälfte stammenden Blutes in der Lunge - das Blut der unteren Hohlvene fließt direkt und damit sauerstoffarm zum Herzen - reicht aus, um das Kind ausreichend mit Sauerstoff zu versorgen. Der Vorteil nach dieser Operation ist, dass die rechte Herzkammer jetzt keine vermehrte Arbeit mehr zu leisten braucht, da das Blut passiv durch die Lunge gepresst wird. Mit dieser operativen Versorgung kann das Kind sich nahezu altersgerecht entwickeln.



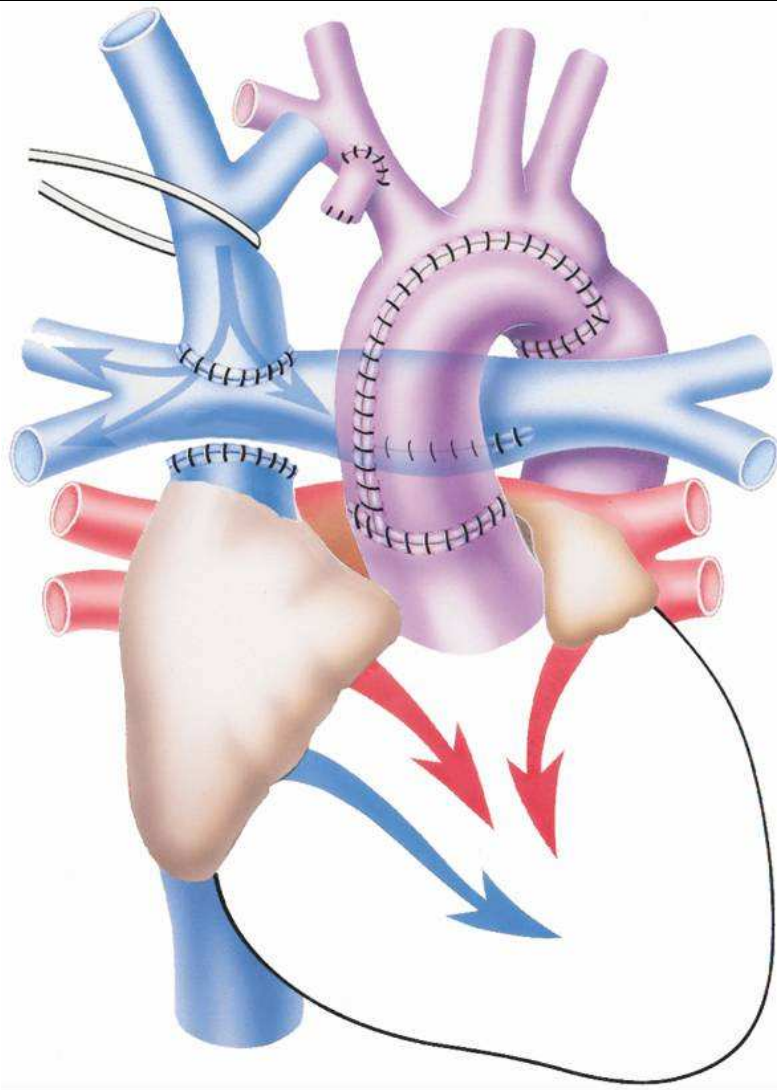


Abb. 6: Hemifontan-OP

### OP-Schritt 3

- **Fontan-Komplettierung**
- Nun wird die untere Hohlvene in Form eines Tunnels (meist außerhalb, gelegentlich aber auch innerhalb des Herzens) mit der Lungenschlagader verbunden. Diese Operation wird auch als Totale cavopulmonale Anastomose (TCPC) bezeichnet. Durch diese sog. Komplettierung fließt nun das gesamte venöse Blut passiv der Lunge zu und Körperkreislauf und Lungenkreislauf sind völlig voneinander getrennt. Dementsprechend ist die Hautfarbe der Kinder nun rosig. Man spricht nach dem Namen ihres Erfinders auch von einer „Fontan-Zirkulation“

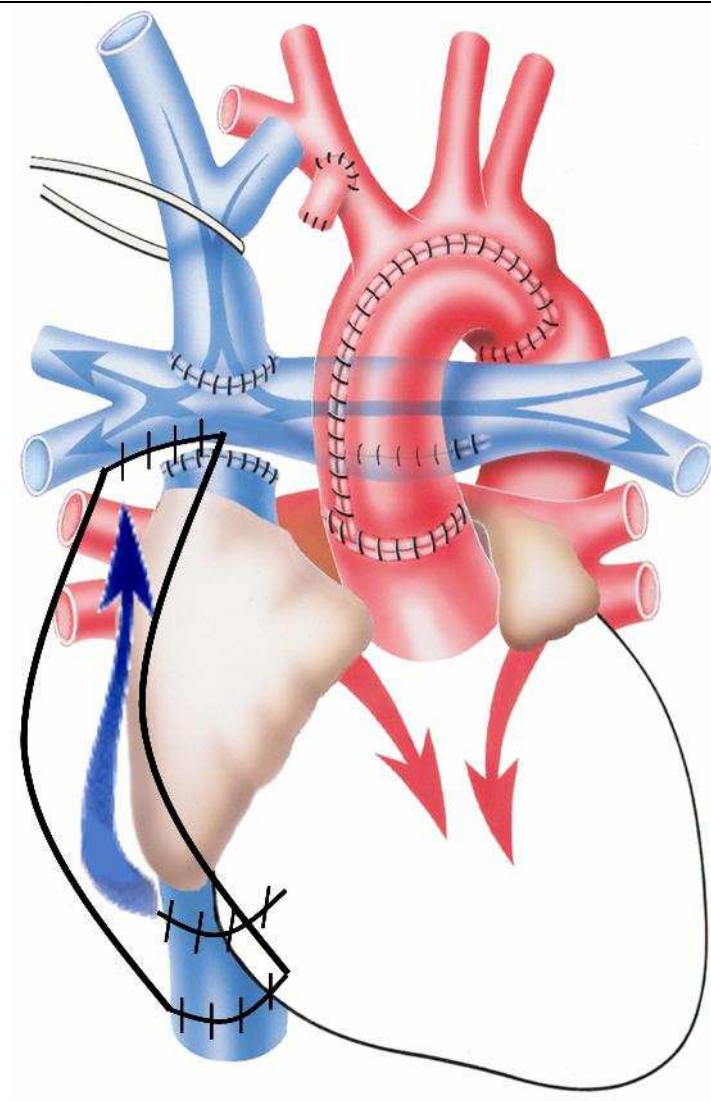


Abb. 7: Fontan-Komplettierung

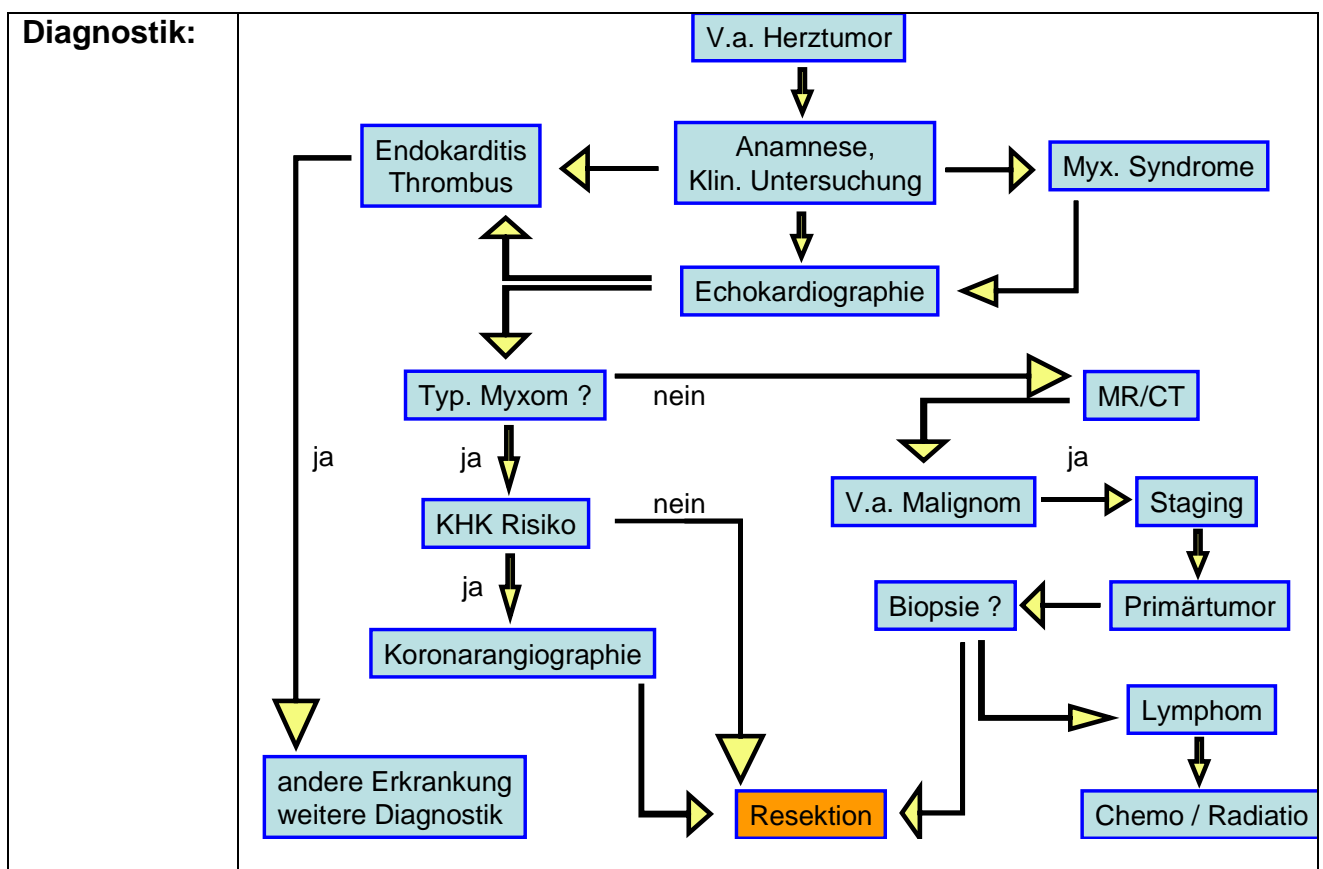
## 12. Herztumore und ihre operative Therapie

### 12.1. Allgemeines

<b>Epidemiologie:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Primäre Herztumore sind selten, Häufigkeit variiert zwischen 0,0017 und 0,28% bei Autopsien.</li> <li>➤ Sekundäre Herztumore (Metastasen) werden bis zu 30fach häufiger als primäre Neubildungen des Herzens diagnostiziert</li> </ul>	
<b>Häufigkeit:</b>	<b>Gutartige Tumore</b>	<b>59,8%; n=319</b>
	Myxom	24,4%
	Lipom	8,4%
	Papilläres Fibroelastom	7,9%
	Rhabdomyom	6,8%
	Fibrom	3,2%
	Hämangiom	2,8%
	Teratom	2,6%
	Mesotheliom	2,3%
	Granularzelltumor	< 1,0%
	Neurofibrom	< 1,0%
	Lymphangiom	< 1,0%
	<b>Zysten</b>	<b>16,7%; n=89</b>
	Perikardiale Zyste	15,4%
	Bronchogene Zyste	1,3%
	<b>Maligne Tumore</b>	<b>23,5%; n=125</b>
	Angiosarkom	7,3%
	Rhabdomyosarkom	4,9%
	Mesotheliom	3,6%
	Fibrosarkom	2,6%
	Lymphom	1,3%
	Osteosarkom	< 1,0%
	Neurogenes Sarkom	< 1,0%
	Malignes Teratom	< 1,0%
	Thymom	< 1,0%
	Leiomyosarkom	< 1,0%
	Liposarkom	< 1,0%
	Synovialsarkom	< 1,0%


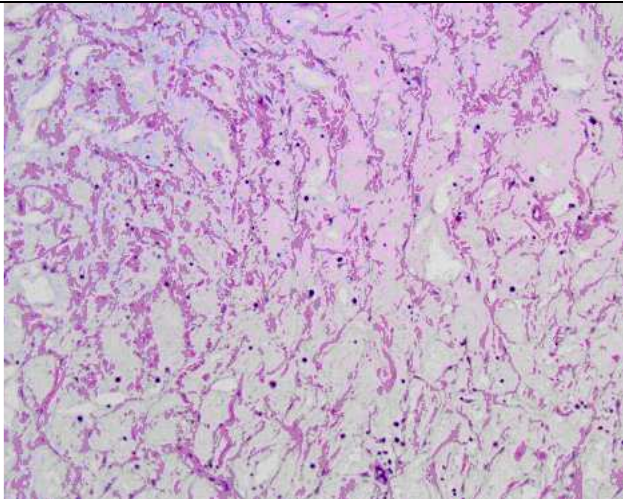
<b>Klassifikation:</b>	<b>Gutartige Tumore des Herzens</b>	<b>Bösartige Tumore des Herzens</b>
	<b><i>Tumore unbekannter Histogenese</i></b>	<b><i>Sarkome</i></b>
	Myxom	Angiosarkom
	Papilläres Fibroelastom	Malignes fibröses Histiozytom
	<b><i>Tumore des Herzmuskels</i></b>	Nicht klassifiziertes Sarkom
	Rhabdomyom	Myxosarkom
	Hamartom	Fibrosarkom
	<b><i>Tumore des Bindegewebes</i></b>	Leiomyosarkom
	Fibrom	Rhabdomyosarkom
	Fibrom des Perikards	Osteosarkom
	Fibröses Histiozytom	Synoviasarkom
	Inflammatorischer Pseudotumor	Malignes Schwannom
	<b><i>Vaskuläre Tumore und "tumor-like lesions"</i></b>	
	Varix	Malignes Mesenchymom
	Hämangiom	Malignes Hämangioperiozytom
	Hämangioendotheliom	Kaposi Sarkom
	Hämangioperiozytom	<b><i>Maligne Keimzelltumore</i></b>
	Lymphangiom	<b><i>Hämatologische Tumore</i></b>
	<b><i>Tumore und Proliferation des Fettgewebes</i></b>	Lymphom
	Lipomatöse Hypertrophie des interatrialen Septum	<b><i>Granulozytäre Sarkome</i></b>
	Lipomatöses Hamatom der Herzklappen	<b><i>Mesotheliale Tumore</i></b>
	Lipom	Malignes Mesotheliom
	Lipomatosis cordis	<b><i>Metastasen</i></b>
		<b><i>Sarkome der Aorta und der Pulmonalarterie</i></b>
	<b><i>Tumore des Mesothels</i></b>	<b><i>Luminale Intimasarkome</i></b>
	Mesotheliale Zyste	Nicht klassifiziertes Sarkom
	Mesotheliales Papillom	Malignes fibröses Histiozytom
	<b><i>Tumore des Nervengewebes</i></b>	Angiosarkom
	Granularzelltumor	Osteosarkom
	Neurofibrom	Chondrosarkom
	Schwannom	Leiomyosarkom
	Paragangliom	Malignes Mesenchymom
	<b><i>Tumore der glatten Muskulatur</i></b>	<b><i>Murale Sarkome</i></b>
	Leiomyom	Leiomyosarkom
	Intravaskuläre Leiomyomatose	Angiosarkom
	<b><i>Ektopisches Gewebe</i></b>	Malignes fibröses Histiozytom (MFH)
	Bronchogene Zyste	Nicht klassifiziertes Sarkom
	Tumore des Atrioventricularknotens	<b><i>Sarkome der Vena cava inferior</i></b>
	Teratom	Murales Leiomyosarkom
	Ektopes Schilddrüsengewebe	Luminales Intimasarkom
	Intraperikardiales Thymom	<b><i>Leiomyome der Venen</i></b>

<b>Symptome:</b>	<b>Allgemein:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gewichtsverlust</li> <li>➤ Schwäche</li> <li>➤ Myalgien</li> <li>➤ Fieber</li> <li>➤ Raynaud</li> <li>➤ Arthralgien</li> <li>➤ Erytheme</li> </ul>	<b>Embolie:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Schlaganfall</li> <li>➤ Lungenembolie</li> <li>➤ periph. Ischämie</li> <li>➤ gekreuzte Embolie</li> </ul>
	<b>Obstruktion:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dyspnoe</li> <li>➤ Synkopen</li> <li>➤ Rückwärtsversagen</li> <li>➤ Vorwärtsversagen</li> <li>➤ Herzinsuffizienz</li> <li>➤ Rhythmusstörungen</li> </ul>	<b>Infektion:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Endokarditis</li> <li>➤ Leukozytose</li> </ul>



## 12.2. Myxome

➤ Allgemeines:	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Myxome sind gutartige Tumore des retikulären Bindegewebes</li> <li>➤ sind mit 40-70 Prozent aller kardialen Neubildungen die am häufigsten vorkommenden primären Herztumore</li> <li>➤ treten bevorzugt im dritten bis fünften Lebensjahrzehnt auf</li> <li>➤ Auch im Kindesalter kommen Myxome vor, machen in dieser Altersgruppe jedoch nur 10% der benignen Tumore aus</li> <li>➤ finden sich in über drei Viertel der Fälle im linken Atrium, wo sie</li> </ul>
----------------	--

	<p>meist am Rande der Fossa ovalis des linken Vorhofseptums entspringen und häufig gestielt in die Herzhöhle hineinragen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bei bis zu 5% der dann meist jüngeren Patienten wurde das multiple Auftreten von Myxomen im Zusammenhang mit verschiedenen Syndromen beschrieben</li> <li>➤ Das LAMB-Syndrom beispielsweise geht mit einer Lentiginosis, blauen Naevi und kutanen Myxomen einher.</li> <li>➤ Generell wird den Myxomen eine enorme Wachstumstendenz nachgesagt.</li> </ul>
Makroskopie:	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Myxome sind meist gestielt und oval geformt, haben in 65 Prozent eine weiche, glatte Oberfläche und sind oft bräunlich gefärbt. Häufig sind Thrombenauflagerungen zu finden.</li> </ul>  <p>Abb. 1: typisches Myxom</p>
Histologie:	 <p>Abb. 2 Histologie Myxom mit typischer myxomatoider Matrix</p>
Op-Technik:	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Das Ziel einer jeden Myxomentfernung ist die vollständige Resektion des Tumors incl. des Anteils der Herzwand, der den Stiel des Tumors trägt.</li> <li>➤ Sämtliche Herzhöhlen müssen inspiziert werden.</li> <li>➤ Im Rahmen der Operation muss besonders vorsichtig vorgegangen werden, um keine Tumorzellen zu streuen.</li> </ul>



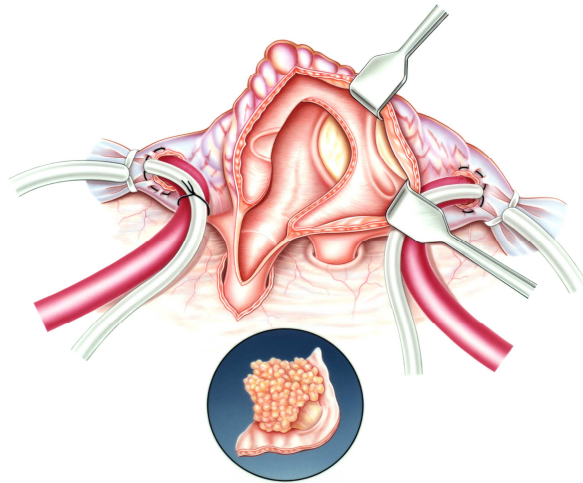


Abb. 3: OP-Situs nach Entfernung eines linksatrialen Myxoms

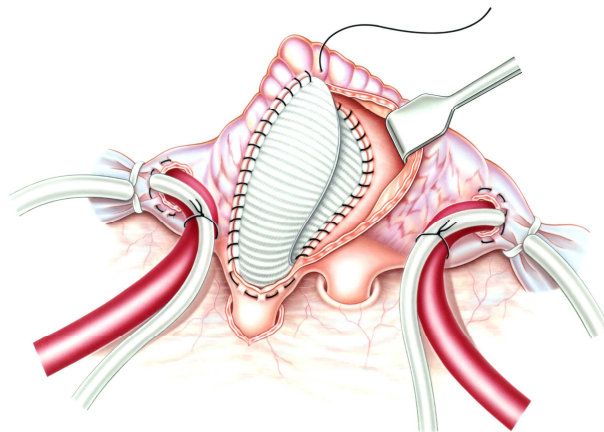
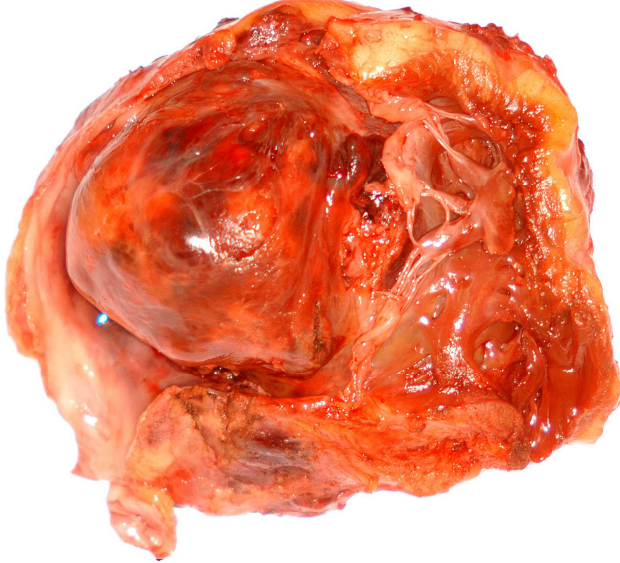
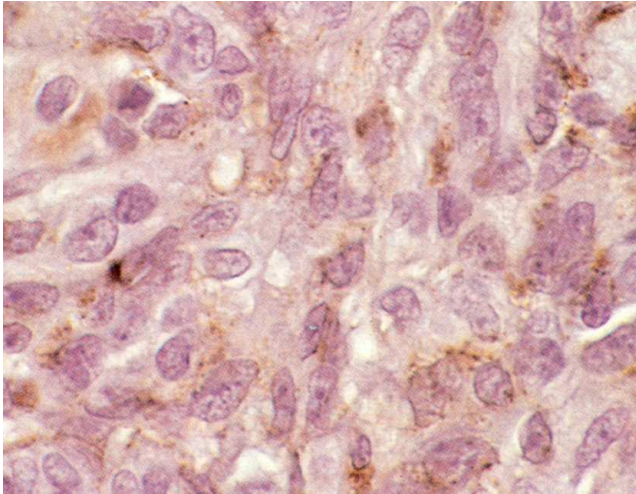


Abb. 4: der entstandene Defekt wird mit einem Dacron ®-Flicken wieder verschlossen

### 12.3. primär maligne Tumore

Allgemeines:	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Primäre maligne Tumore des Herzens sind deutlich seltener als die benignen Formen und werden in der Literatur mit einer Häufigkeit von maximal 25 Prozent angegeben.</li> <li>➤ Davon haben die verschiedenen Sarkome einen Anteil von 75 Prozent. Maligne Tumore kommen in jeder Herzhöhle vor, haben jedoch ihren Ursprung häufig im rechten Vorhof.</li> <li>➤ Die optimale Behandlung maligner Herztumore ist nicht gut definiert, ein Standardverfahren zur chirurgischen Behandlung existiert nicht, sondern ist abhängig von der Größe und Ausdehnung des Tumors</li> <li>➤ Wenn sich die Geschwulst auf das Herz beschränkt und die umgebenden Gewebe nicht infiltriert hat, scheint die radikale Exzision des Tumors in Kombination mit einer prä- und/oder postoperativen Chemotherapie die beste therapeutische Option zu</li> </ul>
--------------	--



	sein.
Makroskopie:	 <p>Abb. 5: reseziertes Sarkom des rechtsventrikulären Ausflußtraktes</p>
Histologie:	 <p>Abb. 6: Histologie Angiosarkom (Desmin-Färbung, 40x) Das Myokard ist infiltriert von Spindelzellen mit hyperchromatischen Kernen, häufigen mitotischen Figuren unterschiedlicher Stadien, einigen Riesenzellen und ausgeprägten Nekrosebereichen. Die Zellen besitzen ein blasses eosinophiles Zytoplasma. Die abnormen Proliferationen maligner Endothelzellformen bilden vaskuläre Strukturen:</p>
Op-Technik:	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Das Ziel einer jeden Operation ist die radikale vollständige Entfernung des Tumors</li> <li>➤ Bei fortgeschrittenen Tumorstadien mit Infiltration des rechten Vorhofes und der rechten Kammer wird in Abhängigkeit von der Ausdehnung des Tumors das gesamte rechte Herz mit der Vena cava superior, dem rechten Vorhof und rechten Ventrikel incl. der Trikuspidalklappe und der Pulmonalklappe reseziert.</li> <li>➤ Der so entstandene Defekt wird mit synthetischem Dacron ® Material oder biologischem Gewebe ersetzt. Das Blut aus der unteren und oberen Körperhälfte wird nach dem Fontan-Prinzip (siehe Kinderherzchirurgie II) passiv der Lunge zugeleitet.</li> <li>➤ Ist es innerhalb des Körpers nicht möglich, die Resektion komplett</li> </ul>

vorzunehmen, wird das Herz wie bei einer Herztransplantation aus dem Körper entfernt, ex situ wird dann der Tumor reseziert und die erforderlichen Rekonstruktionen werden vorgenommen, dann erfolgt die Reimplantation des Herzens (sog. Autotransplantation).

- Alternativ kann auch eine Chemotherapie mit nachfolgender Herztransplantation angewendet werden, mit welchem Verfahren letztendlich für die Patienten die längste Überlebensraten erzielt werden können, ist heute noch nicht endgültig geklärt.

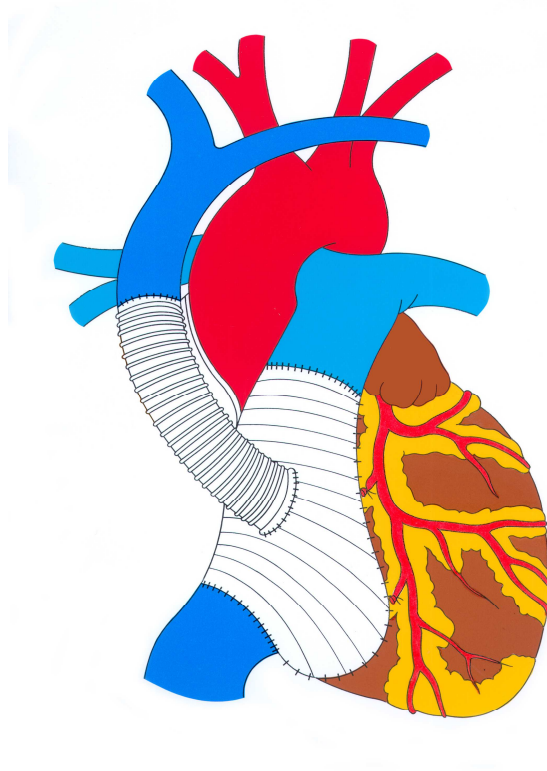


Abb. 6: Rekonstruktion der rechten Herzkammer im Sinne einer Fontan-Zirkulation

## 12.4. Metastasen

### Allgemeines:

- Periphere Tumore können auch am Herzen zu Absiedlungen führen. Dies kann hämatogen, lymphogen oder durch direktes Einwachsen aus den Nachbarorganen oder über die großen Gefäße erfolgen.
- Am Sektionstisch werden sekundäre kardiale maligne Tumore bis zu 30fach häufiger als primäre Neubildungen des Herzens diagnostiziert.
- Mit Ausnahme der Tumore des zentralen Nervensystems können grundsätzlich alle Tumorarten zu Absiedlungen am Herzen führen. Mit 46% ist das Herz im Rahmen von leukämischen Erkrankungen am häufigsten mit betroffen. Die Häufigkeit kardialer Metastasen bei

den wichtigsten Neoplasmen ist in Abb. 7 zusammengefasst.

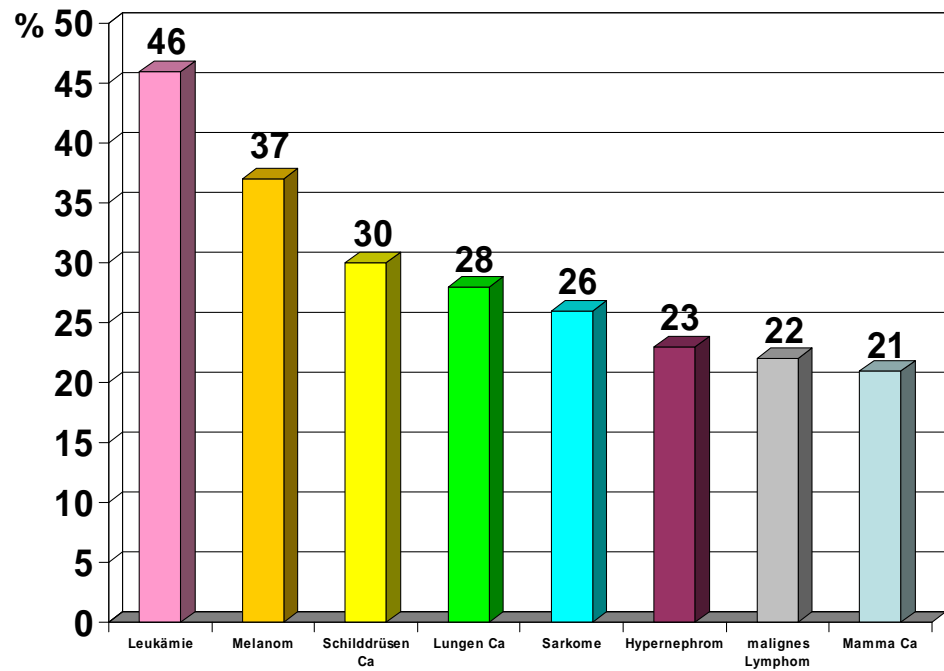


Abb. 7: Häufigkeit kardialer Metastasen in Abhängigkeit vom Primärtumor

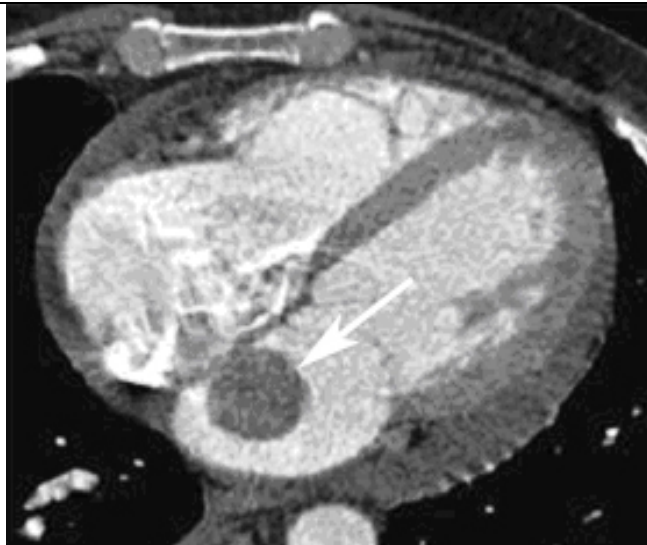


Abb. 8: Melanommetastase im CT

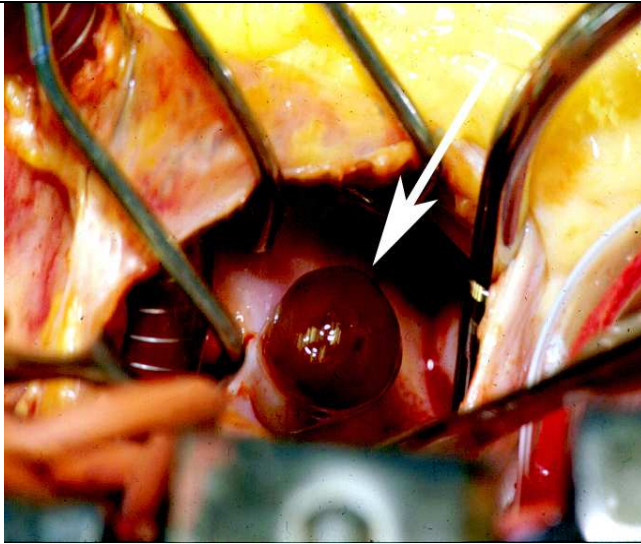
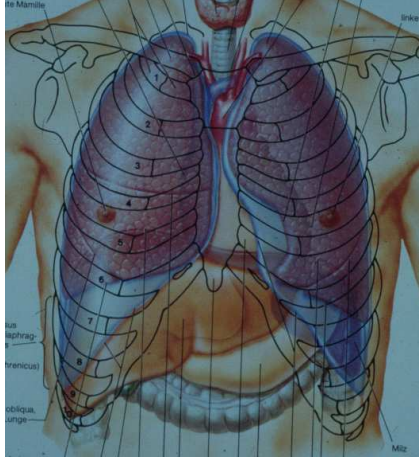
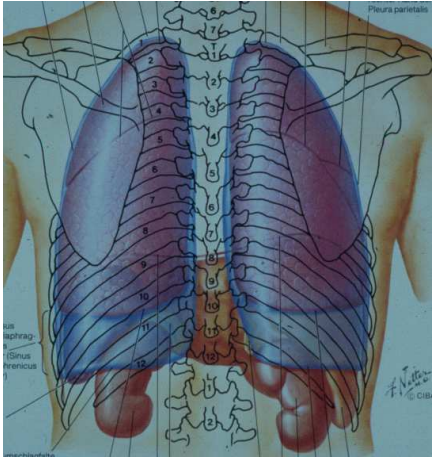


Abb. 9: der korrespondierende intraoperative Befund

Operation:	<p>➤ Die operative Therapie besteht wie bei den anderen Herzgeschwülsten auch in einer vollständigen Resektion des pathologischen Gewebes und einer evtl. Rekonstruktion des entstandenen Defekts.</p>
------------	--

## 13. THORAXCHIRURGIE

<b>Definition:</b>	<b>Operative Therapie sämtlicher angeborener und erworbener Erkrankungen der Lunge, der Pleura, der Brustwand und des Mediastinums; die onkologischen Erkrankungen des Thorax stehen hierbei eindeutig im Vordergrund.</b>
<b>Operatives Spektrum:</b>	Pleura- und Lungenerkrankungen; Neoplasien von <u>Lunge</u> , Mediastinum, Brustwand und Pleura; Traumatologie; Transplantation; Brustwanddeformitäten.
<b>Topographische Anatomie der Thoraxorgane</b>	  <p>Abb. 1a (a.p.)                      Abb. 1b (p.a.)</p>

### 13.1. Allgemeine und spezielle thoraxchirurgische Diagnostik

<b>Typische Symptome bei Thoraxerkrankungen</b>	➤ Husten, Auswurf, Dyspnoe, Schmerzen, Heiserkeit, Fieber, Gewichtsabnahme, Leistungsknick oder keine Symptome !!
<b>Diagnostik - allgemein -</b>	➤ <b>physikalische Krankenuntersuchung</b> Inspektion, Palpation (LK-Stationen), Perkussion, Auskultation (Atemgeräusch, -nebengeräusche, Herztöne)
	➤ <b>Röntgenuntersuchung</b> Röntgen-Thorax i. 2 Ebenen, Durchleuchtung, Thorax-CT, Sonographie (evtl. transthorakale TU-Biopsie), MRT,



	<p>Angiographie o. Angio-Thorax-CT</p> <p>➤ <b>Laboruntersuchungen</b> Blutbild, BSG, Tumormarker, Sputum</p>
	<p>➤ <b>Lungenfunktionsprüfung</b> Spirometrie, Bodyplethysmographie, BGA (Ruhe/Belastung), Spiroergometrie, Druckmessung (A.Pulmonalis-Kreislauf)</p>
	<p>➤ <b>Nuklearmedizinische Untersuchungen</b> Ventilations-/ Perfusionsszintigraphie (qualitativ, quantitativ) PositronenEmissionsTomographie (PET), Knochenszintigraphie (siehe Staging)</p>
	<p>○ <b>Staging-Untersuchungen (bei Malignom-Verdacht / oder – Nachweis (aktuell), o. bekanntem Malignom)</b> Abdomen-Sonographie/ -CT, Craniales-CT, Knochenszintigraphie, evtl.FDG-PET</p> <p>Evtl. Ösophagoskopie, bei fragl.Wandinfiltration (Endo-Sono)</p>
<p><b>Spezielle Diagnostik</b> - speziell –</p> <p><b><u>thoraxchirurgisch</u> ,</b> <b>z.T. operativ</b></p>	<p>➤ <b>Bronchoskopie (Diagnostik und evtl. Therapie):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Durchführung meist mit flexiblem Bronchoskop (direkt o. über Tubus/Technik n. Ikeda) in Lokalanästhesie; weniger häufig, (insbes. interventionell) mit starrem Bronchoskop in Allg.Narkose</li> <li>◆ Biopsie/PE suspekter Gewebe (endo-tracheobronchial und Lunge transbronchial), Stufen-PE</li> <li>◆ Bürstenabstriche (Cytologie, Mikrobiologie)</li> <li>◆ Abtragung kleiner Schleimhautläsionen / -tumore</li> <li>◆ Blutstillung / Tamponade</li> <li>◆ Lasertherapie endobronchialer Tumore</li> <li>◆ Fremdkörperextraktion</li> <li>◆ gezielte Einlage v. Strahlenquellen (Afterloadingtherapie)</li> </ul> <p>➤ <b>Mediastinoskopie/ Mediastinostomie:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Zugang zervikal via Jugulum, seltener parasternal</li> <li>◆ Exploration / PE unklarer Lymphknoten / Lymphome im vorderen Mediastinum (z.B. paratracheal, tracheobronchial, bifurkal) und aortopulmonales Fenster (Klärung Dignität, entzündliche Genese)</li> <li>◆ Staging beim Bronchialkarzinom (systematische Exploration/LK-PE d. vorderen Mediastinum)</li> <li>◆ PE unklarer Mediastinaltumore (Klärung Therapieoption)</li> </ul> <p>➤ <b>Thorakoskopie (konventionell o. videoassistent):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ direkt / Einloch-Technik (heute selten) in Lokalanästhesie oder</li> <li>◆ videoassistent / Videoassisted Thoracic Surgery</li> </ul>

Abb. 2 Zervikale Mediastinoskopie



Abb. 3 „Einloch-Thorakoskopie“

(VATS): meist in Dreiloch-Technik in Allgemeinnarkose, und Doppellumenintubation (>seitengetrennte Ventilation möglich, erforderlich)

- ◆ visuelle Exploration der Thoraxhöhle mit oberflächlichen Organstrukturen, z.B. Lungenoberfläche (Pleura visceralis) und der Pleura parietalis, gezielte PE-Entnahme

➤ **MIC-Thorakoskopie (Minimal Invasive Chirurgie)**

- Indikationen: z.B. unklarer Lungentumor, Mediastinale LK o. Tumor, Perikard-/Pleuraerguß, Pleuratumor u.a.
- ◆ Klärung lokale / technische Operabilität
- ◆ Interventionen: Keilresektion d. Lunge (Lungentumor), Bulla-Resektion (Pneumothorax), Perikardfensterung, LK-Staging, Pleurektomie / Pleurodese (Erguß, Rezidiv-Pneumothorax), Mediastinaltumorexstirpation etc.

➤ **Explorative Thorakotomie**

- ◆ Offene Biopsie, manuelle Exploration, Klärung der lokalen und technischen Operabilität
- ◆ Indikation: erst nach Ausschöpfung sämtlicher o.g. weniger invasiver thoraxchirurg. Diagnostik-Verfahren

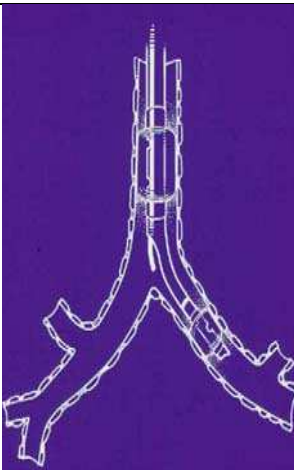
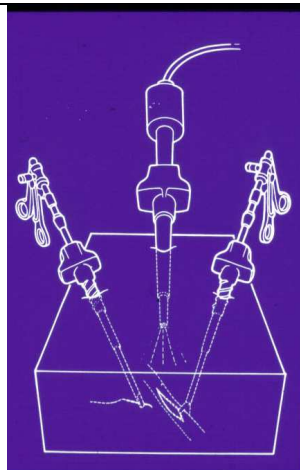
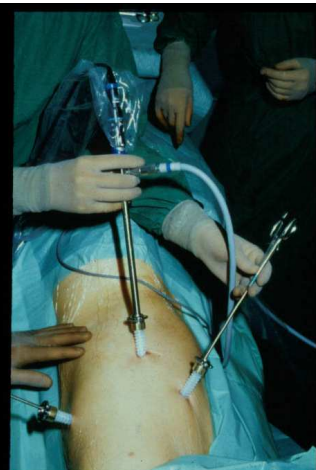


Abb. 4 Doppel-Lumen-Tubus



➤



Videoassistierte Thorakoskopie:

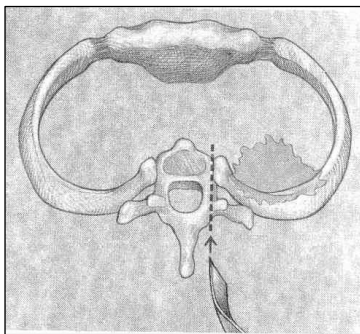
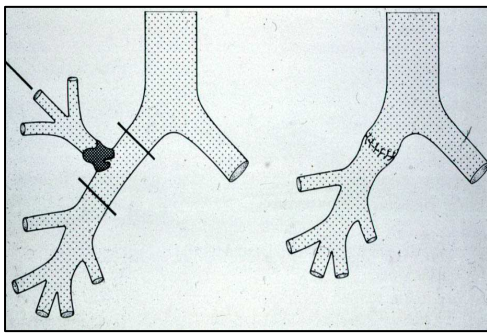
Abb. 5 Schema

Abb. 6 Patient in Seitenlage



## 13.2. Operative Therapie – Resektionsverfahren der Lunge

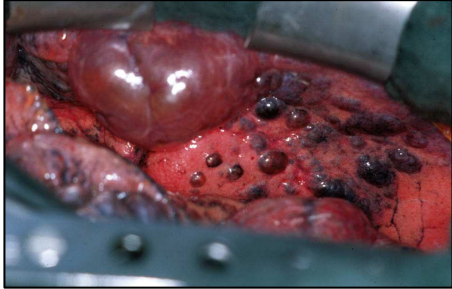

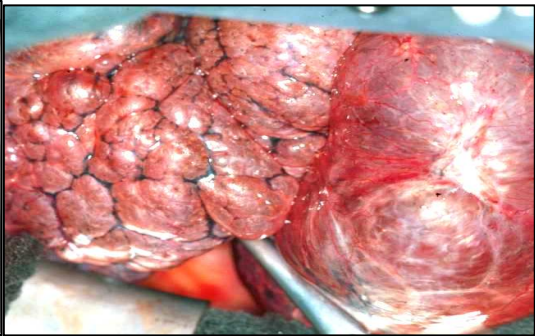
<b>Zugangswege zum Thorax:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Videoassistierte Thorakoskopie (VATS)</li> <li>➤ posterolaterale Thorakotomie (Standard)</li> <li>➤ Anterolaterale o. axilläre Thorakotomie (eher Ausnahme)</li> <li>➤ Mediane Sternotomie (insbesondere bei Metastasen) mit Exploration beider Lungen und Thoraxhöhlen.</li> <li>➤ bilaterale Thorakotomie mit querer Sternotomie (Clamshell), Indikation wie Sternotomie, s.o.</li> </ul>
<b>Resektion / &gt;Definition:</b>	
Atypische Keil-Resektion.:	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Anwendung bei peripher gelegenen, kleinen oder mittelgroßen Läsionen/Tumoren oder bei chirurgischen Lungenbiopsien</li> <li>➤ Schnittebene mit Abstand zur Läsion / Tumor ohne Rücksicht auf anatomische Lungengrenzen</li> </ul>
Segment-Resektion (atypisch):	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ wie Keilresektion (s.o.)</li> <li>➤ Läsionen meist größer oder relativ zentral gelegen</li> </ul>
Segment-Resektion (anatomisch):	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dissektion, Okklusion der Segment-Gefäße u. S.-Bronchus</li> <li>➤ Lungensegment wird durch Abklemmen des entsprechenden Bronchus atelektatisch demarkiert und dann reseziert</li> <li>➤ Heutzutage relativ selten angewendet, Domäne in der Chirurgie der entzündlichen Läsionen (z.B. Tuberkulose)</li> </ul>
Lobektomie / Bilobektomie:	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Entfernung eines o. zweier (nur re.) Lungenlappen, indiziert bei allen Erkrankungen (Tumore, Entzündung), die auf einen o. zwei Lungenlappen beschränkt sind</li> <li>➤ z.B. Bronchialkarzinom, Lobäremphysem, Lungenzysten, intralobuläre Lungensequester</li> <li>➤ der entstehende Hohlraum wird meist durch die Restlunge sowie Mediastinal-und Zwerchfellverschiebung ausgefüllt.</li> </ul>
<div data-bbox="150 1518 523 1792"> </div> <p>Abb. 7 Keil-u. Segment-Resektion (a u. b)</p>	<div data-bbox="612 1518 1414 1800"> </div> <p>Abb. 8 Lobektomie (c),      Abb. 9 Pneumektomie (d) - im Schema -</p>
Pneumektomie:	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Entfernung eines ganzen Lungenflügels</li> <li>➤ Indikation meist bei zentral lokalisierten Karzinomen /</li> </ul>

	<p>Malignomen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ heute sehr selten bei entzündlichen Erkrankungen (z.B. fortgeschrittener Tuberkulose o. Bronchiektasien)</li> <li>➤ der leere Pleuraraum füllt sich mit Exsudat, das später organisiert wird (Serofibrothorax &gt; Fibrothorax); Konsolidierung mit Mediastinalverschiebung durch Schrumpfungsprozesse</li> <li>➤ post-Pneumektomie: Rechtsherzbelastung (Cor pulmonale)</li> </ul>
Erweiterte Resektionsverfahren (bei Lobektomie, Bilobektomie o. Pneumektomie)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <u>indiziert bei tumorbedingter o. entzündlicher (selten) Infiltration der Organstrukturen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pleura parietalis / Brustwand ( &gt; Brustwandresektion)</li> <li>- zentraler Bronchus- u. Pulmonalarterien-Anteile – (&gt; broncho- u. angioplastische Resektionen (= Parenchym sparende Resektion))</li> <li>- zentrale große Gefäße (VCS, Aorta, PA, PV) – (&gt; Intraperikardiale Gefäßversorgung, Vorhoftangential-Resektion, Gefäßtangential- o. -segment-Resektion)</li> <li>- Zwerchfell (&gt; ZW-Teilresektion)</li> <li>- Ösophagus ( &gt; Ösophagustangential-Resektion)</li> </ul> </li> </ul>
	
Abb. 10 Brustwand-Resektion	Abb. 11 Bronchus-Manschetten-Resektion (erweit. Resektion) – im Schema -

### 13.3. Benigne Lungenerkrankungen, Fehlbildungen, Entzündungen

<b><u>Bronchogene Zyste</u></b>	
<b>Definition:</b>	Pathologische embryonale Ausknospungen des Bronchialsystems
<b>Häufigkeit:</b>	➤ selten
<b>Symptome:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ i.d.R. asymptomatisch</li> <li>➤ bei Anschluß an das Tracheobronchialsystem Infektion und Hämoptysen möglich</li> </ul>
<b>Indikation / Therapie:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ operative Therapie bei Symptomen und Größenzunahme</li> <li>➤ Tumorverdacht (Ausschluß Neoplasie)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Zugang via MIC-THSK oder Thorakotomie (nach Lokalisation)</li> <li>➤ Ziel: möglichst Zysten-bzw. „Tumor“-Exstirpation in toto</li> </ul>
--	---

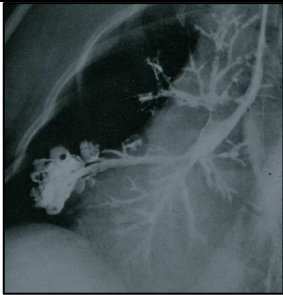
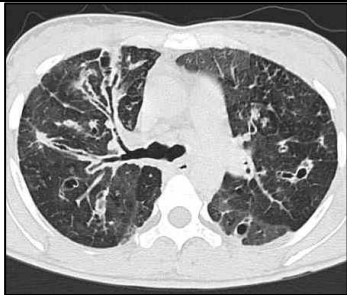
<b><u>Bullae (1)</u></b>	
<b>Definition:</b>	<p>(1) Erworbene irreversible zystische Läsionen der Lunge, durch Rauchen, Emphysem oder Fibrose; Abnahme der Elastizität der Lunge</p> <p>(2) Mit Zerreißung der Alveolarsepten</p>
	<p>➤ </p> <p>Abb. 12 Große Bulla bei Lungenemphysem</p>
<b>Symptome:</b>	➤ Dyspnoe
<b>Diagnostik:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Röntgen-Thorax, Thorax-CT</li> <li>➤ Lungenfunktion</li> </ul>
<b>Therapie:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ operative Therapie bei Symptomen und Verdrängungserscheinungen von Lungengewebe (wenn Zyste &gt; ½ Hemithorax)</li> </ul>
<b><u>Lungenemphysem (2)</u></b>	<p> </p> <p>Abb. 13 Röntgen-Thorax, Abb. 14 OP-Situs bei schwerem Lungenemphysem</p>
<b>Definition:</b>	Irreversible Erweiterung der Lufträume distal der Bronchioli terminales infolge Destruktion ihrer Wand (nach WHO)
<b>Epidemiologie:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Eine 1/2 Million Menschen i.d. BRD haben ein mittel- bis schwergradiges Lungenemphysem.</li> <li>➤ In 10% aller Obduktionen ist das Lungen-Emphysem die wesentliche Todesursache</li> <li>➤ Ca. 10.000 Patienten sterben pro Jahr in der BRD daran (vgl. der Zahl mit Diabetes mellitus oder Verkehrsunfällen).</li> <li>➤ 2% der Emphysematiker haben einen angeborenen Defekt des Alpha-1-Protease-Inhibitor.</li> </ul>

<b>Pathogenese:</b>	Imbalance > Verhältnis von Proteasen zu Antiproteasen mit konsekutiver Zerstörung von Lungengewebe (angeboren, oder erworben, vornehmlich durch Oxidantien, bes. im Zigarettenrauch). Folgen sind Atemwegsobstruktion, Lungenüberblähung und inhomogene Verteilung von Ventilation und Durchblutung der Lunge
<b>Symptome:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Belastungsdyspnoe, z.T. Ruhedyspnoe (ggfls.O2-Therapie)</li> <li>➤ Husten, auswurf</li> <li>➤ Zyanose</li> <li>➤ In fortgeschr.Stadium &gt; Muskuläre Schwäche (bis Immobilität)</li> <li>➤ Abb. 15 Emphysem-Typen: „pink puffer“ und „blue bloater“</li> </ul>
<b>Diagnostik:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Lungenfunktion (FEV 1, TLC, RV, Oximetrie, DLCO, Atemarbeit)</li> <li>➤ Röntgen-Thorax (in max. Inspiration / Expiration), ggfls. mit Durchleuchtung (Zwerchfell-Beweglichkeit),</li> <li>➤ Thorax-CT, HRCT ("Goldstandard", Dichtebestimmung in verschiedenen Lungenarealen,</li> <li>➤ Ventilations- und Perfusionsszintigraphie (qualitativ + quantitativ)</li> <li>➤ Rechtsherzkatheter mit Druckmessung im Lungenkreislauf</li> </ul>
<b>OP-Indikation:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Entscheidend für Langzeiterfolg !</li> <li>➤ Kriterien (u.a.): <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Lufu (bes. FEV1), Gehtest, Respirat. Partial- o. Globalinsuffizienz</li> <li>○ Morphologie: Lungen-Emphysem (Thorax-CT) heterogen / OL-betont</li> </ul> </li> </ul>
<b>Operative Therapie:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Lungen-Volumen-Reduktions-Chirurgie (LVRS),</li> <li>➤ bedeutet: Keil-/o.Segment-Resektionen der besonders überblähten / destruierten Lungenareale (evtl. auch Lobektomie).</li> <li>➤ präoperative Rehabilitation (essentiell für Therapieerfolg)</li> </ul>
<b>Zugänge:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Med.Sternotomie (bds.LVRS, simultan)</li> <li>➤ MIC-Thorakoskopie (einseitig – zweizeitig vs. Beidseits -</li> </ul>



	<p>einzeitig)</p> <p>➤ Laterale Thorakotomie (selten), s.o.</p>
--	---

<b><u>Sequester</u></b>	
<b>Definition:</b>	<p>➤ umschriebene, zystisch atelektatische embryonale Abtrennung von Lungengewebe, i.d.R. ohne Bronchusverbindung, mit abnormer Gefäßversorgung, bevorzugt links auftretend</p>
<b>Typen:</b>	<p>➤ intralobulär : normaler venöser Abfluß, Bronchialverbindung</p> <p>➤ extralobulär: atyp. venöser Abfluß, keine Verbindung zum Bronchus</p>
<b>Symptome:</b>	<p>➤ Fieber, Husten, Hämoptysen, eitriges Sputum (bei Infektion)</p> <p>➤ sonst lange Zeit asymptomatisch</p>
<b>Diagnostik:</b>	<p>➤ Röntgen-Thorax (dichte Verschattung, evtl. Flüssigkeitsspiegel)</p> <p>➤ Thorax-CT</p> <p>➤ Angiographie (Sequesterarterie),</p> <p>➤ Bronchoskopie (Ausschluß tumoröser Prozesse)</p>
<b>Therapie:</b>	<p>➤ Thorakotomie, Resekt. atypisch, o. anatomisch (evtl. Lobektomie)</p>

<b><u>Bronchiektasien</u></b>	
<b>Definition:</b>	<p>➤ tubuläre bzw. sakkuläre Erweiterungen der Segment- und Subsegmentbronchien, in der Regel mit chronischen Infektionen einhergehend, häufigste Lokalisationen basale Segmente der Unterlappen sowie Lingula oder Mittellappen</p>
<b>Pathogenese:</b>	<p>➤ angeborene Schwäche der Bronchuswand (gehäuft bei Mucoviszidose und Kartagener Syndrom)</p> <p>➤ erworbene zylindrische oder sackförmige Erweiterungen der Bronchien durch chronische Infektion mit Destruktion der Bronchuswand</p>
<b>Symptome:</b>	<p>➤ Rezidiv.bronchiale Infekte, evtl. Pneumonie</p> <p>➤ Eitrige Expektoration (z.T. morgendlich eine Tasse voll Pus)</p> <p>➤ Dyspnoe, Leistungsschwäche (bei fortgeschr. Erkrankung)</p>
<b>Diagnostik:</b>	<p>➤ Auskultation (RG's), Röntgen-Thorax (Verschattungen), Bronchographie (beweisend), Bronchoskopie, Sputumuntersuchungen (Antibiogramm)</p>
	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">Abb. 16 Bronchographie    Abb. 17 Thorax-CT</p>

	> ausgedehnte Bronchiektasien
<b>Therapie:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ zunächst konservative Behandlung: Atemtherapie, Abhustetechniken, Lagerungs-Drainage, Mucolytica, evtl. Antibiotika, Ausschaltung von Reizen wie Tabak, Dämpfe, und Abgase..</li> <li>➤ Thorakotomie, evtl. operative Thorakoskopie (VATS); Segmentresektion, Lobektomie;</li> <li>➤ Sternotomie bei beidseitigen Läsionen (in 50% bilateral)</li> <li>➤ auch bei operativer Therapie Rezidivneigung</li> </ul>
<b>OP-Indikation:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ bei jüngeren Patienten mit ein- oder auch beidseitigem Segment- oder Lappenbefall</li> <li>➤ rezidivierende Hämoptysen</li> <li>➤ bei drohender Invadilität und Mißerfolg der konservativen Behandlung</li> </ul>

### 13.4. Tumorerkrankungen der Lunge


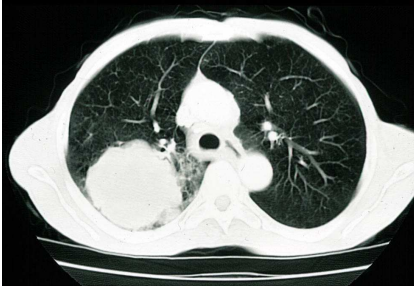
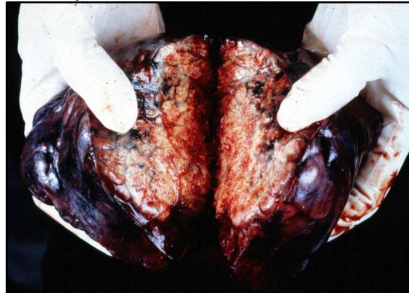
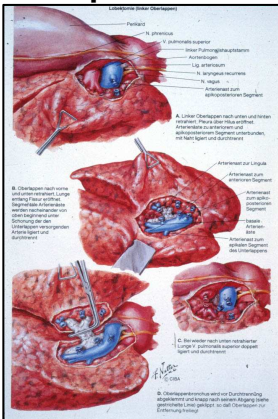
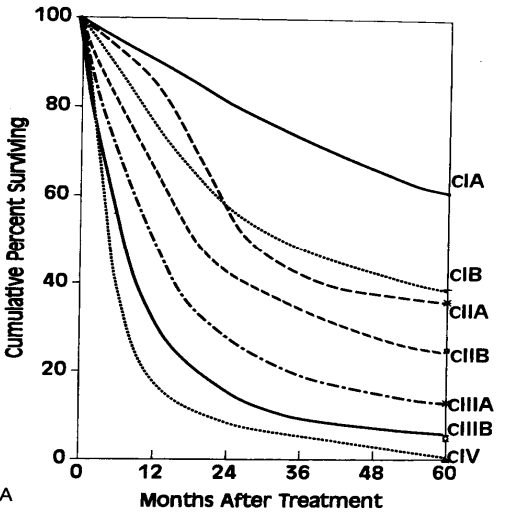
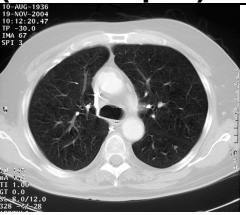

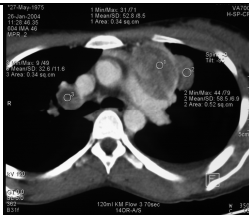
<b><u>Benigne Tumore</u></b>	Chondrome, Hamartome, Fibrome, Tuberkulome
<b>Symptome:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Husten</li> <li>➤ i.d. Regel keine, Rundherd / Tumor als Zufallsbefund</li> </ul>
<b>Diagnostik:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Röntgen-Thorax, Thorax-CT</li> <li>➤ Bronchoskopie</li> </ul>
	 <p>Abb. 18 Großes Chondrom li. Oberlappen (TCT)</p>
<b>Therapie:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Resektion zur Klärung d. Dignität, Ausschluß maligner Tumor</li> <li>➤ Möglichst Thorakoskopie (VATS), Mini-Thorakotomie</li> </ul>
<b><u>Maligne Tumore</u></b> <b>- primäre –</b>	<b>Bronchialkarzinom (o. Lungenkarzinom)</b> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>

	Abb. 19 Thorax-CT Großes Plattenepithel-Ca re. Lungenoberlappen	Abb. 20 OP-Resektat re.OL
<b>Epidemiologie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 98% aller Lungentumore sind Bronchialkarzinome,</li> <li>➤ häufigste Krebs-Todesursache beim Mann, 3. häufigste bei der Frau (in den westlichen Industrienationen)</li> <li>➤ häufigster maligner Tumor des Mannes, mit steigender Inzidenz bei Frauen; Häufigkeitsgipfel zw. dem 50. u. 60. Lebensjahr</li> <li>➤ Zunahme bis 2010 um 30%</li> </ul>	
<b>Ursache:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Inhalationskarzinogene, v. a. im Tabakrauch (Raucher sind 10-20mal häufiger betroffen als Nichtraucher)</li> <li>➤ Asbest, Arsen, radioaktive Stoffe (Uranbergbau)</li> </ul>	
<b>Symptome:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Husten, evtl. Hämoptysen</li> <li>➤ „Chronische Bronchitis“</li> <li>➤ abhängig von Lokalisation u. Größe des Tumors: später Leistungsknick, Gewichtsverlust, Nachtschweiß, Fieber, Thoraxschmerzen, Dyspnoe,</li> <li>➤ evtl. poststenotische Pneumonien; Rekurrensparese (bei Infiltration ins Mediastinum), Horner-Syndrom (bei Pancoast-Tumor), Vena-cava-superior-Syndrom, verschiedene. paraneoplastische Syndrome</li> </ul>	
<b>Diagnostik (siehe Kap. 1):</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Anamnese (Co-Morbidität ?)</li> <li>➤ Untersuchung, incl. LK-Stationen (supraclavikulär)</li> <li>➤ <u>Lokalisation / Ausbreitung</u>: Röntgen-Thorax i.2 Ebenen, Thorax-CT, evtl. DL, Ösophagus-Breischluck o. Ösophagoskopie</li> <li>➤ <u>Dignität / Histologie</u>: Sputum, Bronchoskopie</li> <li>➤ <u>Funktionelle Operabilität</u>: Lungenfunktion (FEV<sub>1</sub> &gt;2,5l bei vorgesehener Pneumonektomie, &gt;1,75l bei Lobektomie, &gt;1,5l bei Segmentresektion), Ekg/Echo, V/Q-Szintigraphie</li> <li>➤ <u>Staging</u>: Abdomen-CT, Kopf-CT (besser –MRT), Knochenszintigraphie; neu: PET o. PET-CT (Cave: Kosten)</li> </ul>	
<b>Operative Diagnostik:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mediastinoskopie: Exploration d. Mediastinum, LK-Status</li> <li>➤ MIC-Thorakoskopie: s.o. (MESK), zusätzl. Klärung technische u. lokale Operabilität</li> </ul>	
<b>Pathologie:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Nicht-kleinzellig (NSCLC) vs. Kleinzellig (SCLC)</li> <li>➤ NSCLC (non-small-cell-lung-cancer): Plattenepithel-Ca, Adeno-Ca, Großzelliges Ca, Mischformen</li> </ul>	
	➤	
<b>Therapiekonzept</b>	Nach Komplettierung der o.g. Diagnostik:	
<b>Allgemeines:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Indikation unter Respekt d. Histologie, Stadium, Funktion, Co-Morbidität d. Patienten</li> <li>➤ Definition d. Tumorstadium (UICC) nach TNM (s.u.) <ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>T</b> - Tumorgöße/ -infiltration</li> <li>· <b>N</b> - LK- bzw. Nodal-Status, -Befall</li> <li>· <b>M</b> - Metastasen</li> </ul> </li> </ul>	
<b>Therapie-Indikation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Primär operativ &gt; Stadium I-II</li> </ul>	



	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ multimodal &gt; Stadium IIIa u. IIIb (in Studien auch Stadium II)</li> <li>➤ palliativ (i.d.Regel nicht operativ) &gt; Stadium IV</li> </ul>																								
	<table border="1"> <tr> <td><b>T</b></td><td><b>Tumorgroße / - Infiltration</b></td></tr> <tr> <td>TX</td><td>positive Zytologie</td></tr> <tr> <td>T1</td><td>&lt; 3 cm</td></tr> <tr> <td>T2</td><td>&gt; 3 cm, Ausbreitung in Hilusregion, Invasion von viszeraler Pleura, partielle Atelektase</td></tr> <tr> <td>T3</td><td>Zentraler Hauptbronchus &lt; 2cm d. Hauptcarina, Brustwand, Zwerchfell, Perikard, mediastinale Pleura u.a., totale Atelektase</td></tr> <tr> <td>T4</td><td>Mediastinum, Herz, große Gefäße, Trachea, Speiseröhre u.a., maligner Erguß</td></tr> <tr> <td><b>N</b></td><td><b>LK-Befall / - metastasierung</b></td></tr> <tr> <td>N1</td><td>peribronchiale, ipsilaterale hiläre Lymphknoten</td></tr> <tr> <td>N2</td><td>ipsilaterale mediastinale Lymphknoten</td></tr> <tr> <td>N3</td><td>kontralaterale mediastinale, Skalenus- oder supraklavikuläre Lymphknoten</td></tr> <tr> <td><b>M0</b></td><td>keine <b>Fernmetastasen</b></td></tr> <tr> <td><b>M1</b></td><td>Fernmetastasen</td></tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tab.: TNM-Klassifizierung d. Bronchialkarzinoms</li> </ul>	<b>T</b>	<b>Tumorgroße / - Infiltration</b>	TX	positive Zytologie	T1	< 3 cm	T2	> 3 cm, Ausbreitung in Hilusregion, Invasion von viszeraler Pleura, partielle Atelektase	T3	Zentraler Hauptbronchus < 2cm d. Hauptcarina, Brustwand, Zwerchfell, Perikard, mediastinale Pleura u.a., totale Atelektase	T4	Mediastinum, Herz, große Gefäße, Trachea, Speiseröhre u.a., maligner Erguß	<b>N</b>	<b>LK-Befall / - metastasierung</b>	N1	peribronchiale, ipsilaterale hiläre Lymphknoten	N2	ipsilaterale mediastinale Lymphknoten	N3	kontralaterale mediastinale, Skalenus- oder supraklavikuläre Lymphknoten	<b>M0</b>	keine <b>Fernmetastasen</b>	<b>M1</b>	Fernmetastasen
<b>T</b>	<b>Tumorgroße / - Infiltration</b>																								
TX	positive Zytologie																								
T1	< 3 cm																								
T2	> 3 cm, Ausbreitung in Hilusregion, Invasion von viszeraler Pleura, partielle Atelektase																								
T3	Zentraler Hauptbronchus < 2cm d. Hauptcarina, Brustwand, Zwerchfell, Perikard, mediastinale Pleura u.a., totale Atelektase																								
T4	Mediastinum, Herz, große Gefäße, Trachea, Speiseröhre u.a., maligner Erguß																								
<b>N</b>	<b>LK-Befall / - metastasierung</b>																								
N1	peribronchiale, ipsilaterale hiläre Lymphknoten																								
N2	ipsilaterale mediastinale Lymphknoten																								
N3	kontralaterale mediastinale, Skalenus- oder supraklavikuläre Lymphknoten																								
<b>M0</b>	keine <b>Fernmetastasen</b>																								
<b>M1</b>	Fernmetastasen																								
<p><b>Operative Therapie:</b></p>  <p>Abb. 21 Zeichnung OL-Resektion li.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Standardresektion via posterolateraler Thorakotomie: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Lobektomie</li> <li>○ Bilobektomie</li> <li>○ Pneumektomie</li> <li>○ (Ausnahme: Keil- o. Segmentresektion, bei marginaler Lufu)</li> </ul> </li> <li>➤ <u>mit systematischer Lymphadenektomie !!</u></li> <li>➤ Erweiterte Resektionsverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Bronchusmanschetten-Resektion</li> <li>○ Intraperikardiale Gefäßversorgung (Pulm.Art., Pulm.Vene)</li> <li>○ Brustwandresektion</li> <li>○ PA-Manschetten-Resektion</li> </ul> </li> </ul> <p>relativ selten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ösophagus-Teilresektion</li> <li>○ Zwerchfell-Teilresektion</li> </ul>																								

<b>Ergebnisse:</b>	 <p>Abb. 22: Überleben nach Tumorstadium (nach Mountain, 1999)</p>	
<b>Nachsorge / Follow-up</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ in jedem Fall erforderlich ! (auch bei Inoperabilität)</li> <li>➤ im 1.-3. Jahr 3-monatlich, bis 5.Jahr 6-monatlich, ab 6. Jahr jährlich</li> </ul>	
<b>Prognose</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ im Stadium I gut, im Stadium II mäßig, ab Stadium III ungünstig</li> <li>➤ neue multimodale Therapiekonzepte im Stadium III &gt; ÜL-Verbesserung</li> <li>➤ Prävention: AntiRaucherkampagnen.</li> </ul>	

<b>Maligne Tumore - sekundäre –</b>	<b>Lungenmetastasen (Lungenfiliae)</b>	
<b>Prinzipien:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Primarius kurativ therapiert, kein Rezidiv</li> <li>➤ Operabilität gegeben (technisch und funktionell)</li> <li>➤ Therapie häufig multimodal</li> </ul>	
<b>Indikationen</b> (diagnostisch, therapeutisch; kurativ, palliativ):	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Unklare Läsion/en (Z.n.NPL)</li> <li>➤ Solitäre Filiae</li> <li>➤ Multiple Filiae</li> <li>➤ Resektion zur Therapiekontrolle</li> <li>➤ Resektion zur Tumorreduktion, Rezeptorstatus, Vaccineherstellung</li> <li>➤ Komplikationen durch Filiae</li> </ul>	
<b>Diagnostik</b> (siehe Kap. 1):	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diagnostik &gt; Primarius, Ausschluß Lokalrezidiv</li> <li>➤ zusätzlich &gt; siehe Bronchialkarzinom !</li> </ul>	
 <p>Abb.23 Solitäre</p>	 <p>Abb. 24 Zentrale Filiae</p>	 <p>Abb. 25. Filia a.d. Pulm.Art.li.OL</p>

Filia	(re.Oberlappen)
<b>Zugangswege</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mediane Sternotomie (bilaterale Resektion möglich)</li> <li>➤ Laterale Thorakotomie</li> <li>➤ Bilaterale Thorakotomie (Clamshell)</li> <li>➤ Videoass.Thorakoskopie (VATS)</li> </ul>
<b>Operative Therapie:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <u>häufig:</u> Keil- Resektion</li> <li>➤ Segment-Resektion</li> <li>➤ Lobektomie</li> <li>➤ Bilobektomie</li> <li>➤ (Ausnahme: Pneumektomie)</li> </ul> <p>mit Lymphadenektomie ? (kein Standard ! ; Evaluation in Studien)</p>
<b>Prognose-faktoren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <u>Prä-OP:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ TU-Stadium / Histologie-Primarius</li> <li>○ KFI (krankheitsfreies Intervall)</li> <li>○ Anzahl / Lokalisation d. Filiae</li> </ul> </li> <li>➤ <u>Post-OP:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Anzahl d. Filiae</li> <li>○ Radikalität d. Resektion</li> </ul> </li> </ul>

### 13.5. Lungentransplantation (L-Tx)



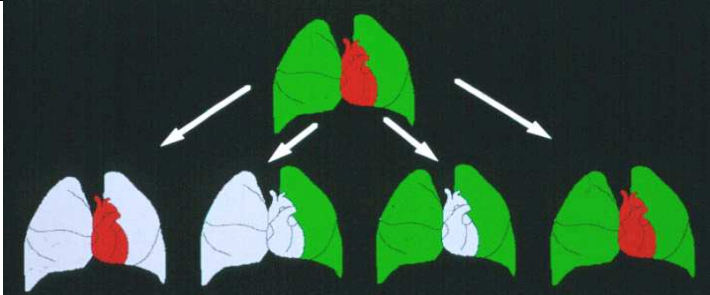
<b>Indikationen / allgemein:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Chronisches Lungenversagen</li> <li>➤ Schwere Belastungsdyspnoe</li> <li>➤ O<sub>2</sub>-Abhängigkeit</li> <li>➤ Keine Therapiealternative</li> <li>➤ Eingeschränkte Lebensqualität</li> <li>➤ (Alter &lt; 65 J)</li> </ul>
<b>Indikationen / Krankheitsbilder</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Lungenfibrose</li> <li>➤ Lungenemphysem</li> <li>➤ Mukoviszidose</li> <li>➤ Pulmonale Hypertonie</li> <li>➤ Kongenitales Vitium Cordis</li> <li>➤ Chronische Abstoßung n. Lungen-Tx</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>

	Abb. 26 Lungenfibrose im Röntgen-Thorax	Abb. 27 OP-Präparat bei LTx
<b>Kontra-indikationen</b> (z.T. relativ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Infektion</li> <li>➤ Ventilatorbehandlung</li> <li>➤ Kortison</li> <li>➤ Systemerkrankung</li> <li>➤ Diabetes</li> <li>➤ Drogen</li> <li>➤ Compliance</li> <li>➤ Tumor</li> </ul>	
<b>„Timing“ der Lungen-Tx</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Klinischer / funktioneller Verlauf</li> <li>➤ Lebensqualität d. Patienten</li> <li>➤ Überleben ohne Transplantation („Komparativer Nutzen“)</li> <li>➤ Wartelisten-Zeitdauer</li> </ul>	
<b>Organverteilung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Größe/ Gewicht</li> <li>➤ Blutgruppe</li> <li>➤ Alter</li> <li>➤ Entfernung</li> <li>➤ Wartezeit</li> <li>➤ Dringlichkeit</li> <li>➤ Gewebeverträglichkeit</li> </ul>	
<b>Op-Verfahren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Einseitige Lungentransplantation (S-LTx)</li> <li>➤ Beidseitige Lungentransplantation (bilateral / sequentiell) (D-LTx)</li> <li>➤ Kombinierte Herz-Lungen-Transplantation (H-LTx)</li> </ul>	
Abb. 28 Tx- OP-Verfahren (s.o.)	 <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <span><b>HTx</b></span> <span><b>sLTx</b></span> <span><b>dLTx</b></span> <span><b>HLTx</b></span> </div>	
<b>Immun-suppression</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 3-fach Schema mit (meist)</li> <li>➤ Cyclosporin A – Imurek – Prednison, oder</li> <li>➤ FK 506 – Cellcept – Prednison</li> <li>➤ Neu: Rapamycin (anstelle CyA o. FK 506)</li> </ul>	
<b>Letale Komplikationen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Früh: Technische Ursache, Prim. Organversagen, Infektion ohne CMV</li> <li>➤ Mittelfristig: CMV / Infektion ohne CMV, Lymphom, Akute Rejektion, Kardial, Lymphom,</li> <li>➤ Bronchiolitis (chron. Rejektion), Malignom</li> </ul>	
<b>Ergebnisse:</b>	1- und 5-Jahres-Überleben (alle) nach: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ S-LTx ca. 70% / 41%</li> <li>➤ D-LTx ca. 70% / 48%</li> <li>➤ H-LTx ca. 65% / 40%</li> </ul>	
<b>Follow-Up:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ lebenslang (über: Tx-Klinik, Hausarzt, Lungenfacharzt)</li> <li>➤ Selbst-Monitoring/-Dokumentation durch Patient (Lufu,</li> </ul>	

	Medikation, Vitalparameter, u.a.) ➤ Problem: Differentialdiagnose Infektion vs. Rejektion
--	--

### 13.6. Erkrankungen der Pleura (keine NPL)

<b>Pleuraläsionen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pneumothorax (a)</li> <li>➤ Hämatothorax (b)</li> <li>➤ Serothorax (c)</li> <li>➤ Pyothorax (d)</li> <li>➤ Chylothorax (e)</li> </ul>
<b>Definitionen:</b>	Pathologische Ansammlung von Luft (a), Blut (b), serösem Erguß (c), Eiter (d), Lymphe (e) im Pleuraspalt (zwischen Pleura parietalis u. visceralis)
<b><u>Pneumothorax</u></b>	- Arten: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Spontanpneumothorax (primärer), sekundärer Pneu. (bei Lungenerkrankungen), traumatischer Pneu., iatrogener Pneu., Rezidiv-Pneu., Spannungs-Pneu.</li> </ul>
<b>Ursachen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Einriß einer Bulla, Lungen- oder Bronchusläsion</li> <li>➤ Ösophagusläsion</li> <li>➤ penetrierendes Thoraxtrauma</li> </ul>
<b>Symptome:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ akuter Schmerz (Schulterblatt), Dyspnoe, Hustenreiz,</li> <li>➤ Hautemphysem</li> <li>➤ bei Zyanose / gestaute Halsvenen &gt; Verd. a. Spannungs-Pneu.! (Notfall !)</li> </ul>
<b>Diagnostik:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Röntgen-Thorax, Thorax-CT</li> <li>➤ Evtl. Bronchoskopie</li> </ul>
<b>Therapie:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1.) Einlage e.Thoraxdrainage, Sogtherapie über 7 Tage, bei Spannungs-Pneu. <u>sofort</u>, ggfls. Braunüle m. eingeschnittenem Fingerling (Notfall- Indikation !!)</li> <li>➤ 2.) bei Rezidiv-Pneu. O. kompliziertem Pneu. möglichst MIC-Thorakoskopie (VATS), Exploration, evtl. Bulla-Resektion, Pleurodese</li> </ul>

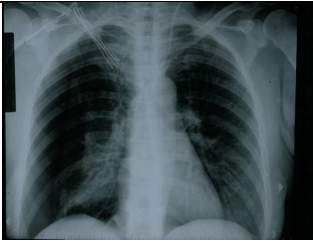


Abb. 29  
Pneumothorax, im  
Rö-Thorax rechts

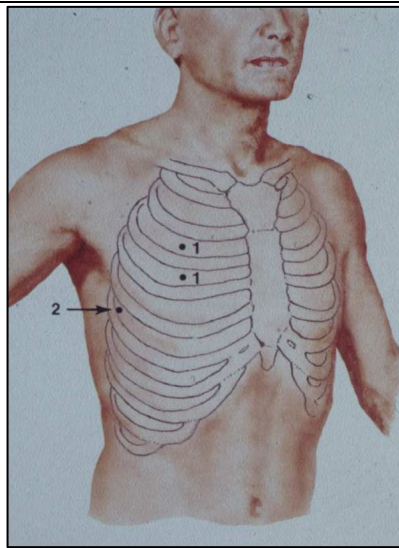


Abb. 30 Lokalisation zur  
Drainage-Einlage (5.ICR re.VAL)



Abb. 31 Rö-Thorax mit liegender  
Drainage (Lunge entfaltet)