

Vorlesungsmanuskript

Herzchirurgie

Klinik für Herzchirurgie
Universitätsklinikum Münster

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



**medizinische
fakultät**

Westfälische
Wilhelms-Universität Münster

Inhaltsverzeichnis

1. ZAHLEN UND FAKTEN ZUR HERZCHIRURGIE IN DEUTSCHLAND	5
2. PERIOPERATIVES MANAGEMENT	8
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
3. POSTOPERATIVES DURCHGANGSSYNDROM (DS)	14
4. EXTRAKORPORALE ZIRKULATION	15
4.1. Herz-Lungen-Maschine (HLM).....	15
4.2. Folgen der HLM.....	16
4.3. Alternativen zur HLM.....	17
5. KORONARE HERZERKRANKUNG UND IHRE OPERATIVE THERAPIE	18
5.1. Einführung.....	18
5.2. Allgemeine/konservative Therapie	19
5.3. Operative Therapie (Aortokoronare Bypassoperation)	20
6. INFARKTKOMPLIKATIONEN UND IHRE OPERATIVE THERAPIE	23
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
7. ERKRANKUNGEN DER HERZKLAPPEN UND IHRE OPERATIVE THERAPIE.....	31
7.1. Aortenklappenerkrankungen.....	31

7.2.	Mitralklappenerkrankungen.....	32
7.3.	Operative Therapie	33
8.	ERKRANKUNGEN DER AORTA UND IHRE OPERATIVE THERAPIE.....	38
8.1.	Aortenaneurysmen.....	38
8.2.	Aortendissektionen	39
8.3.	Operative Therapie	40
9.	HERZINSUFFIZIENZ.....	43
9.1.	Allgemeines.....	43
9.2.	Operative Therapie der Herzinsuffizienz	45
10.	HERZSCHRITTMACHER UND DEFIBRILLATOREN.....	50
10.1.	Herzschriftmacher	50
10.2.	Defibrillatoren	51
10.3.	Operative Therapie	51
11.	ANGEBORENE HERZFEHLER UND IHRE OPERATIVE THERAPIE	54
11.1.	Nicht zyanotische Herzfehler	54
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.	Zyanotische Herzfehler	59
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.	HERZTUMORE UND IHRE OPERATIVE THERAPIE.....	67
12.1.	Allgemeines.....	67
12.2.	Myxome	69
12.3.	primär maligne Tumore.....	71
12.4.	Metastasen	73
13.	THORAXCHIRURGIE	76
13.1.	Allgemeine und spezielle thoraxchirurgische Diagnostik	76
13.2.	Operative Therapie – Resektionsverfahren der Lunge.....	79

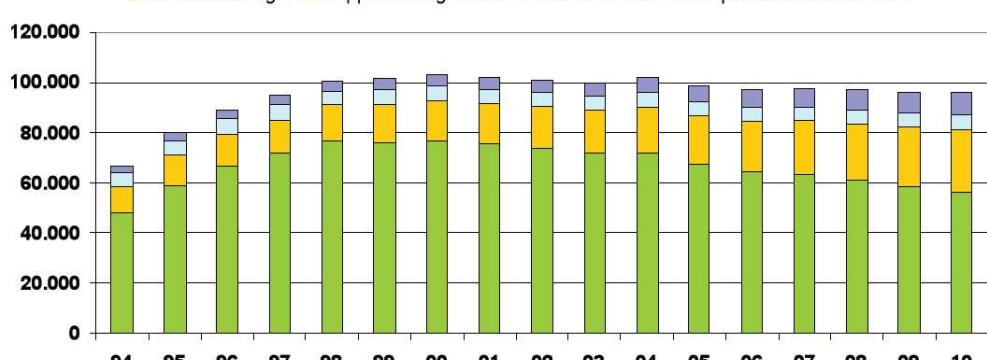
13.3.	Benigne Lungenerkrankungen, Fehlbildungen, Entzündungen.....	80
13.4.	Tumorerkrankungen der Lunge	84
13.5.	Lungentransplantation (L-Tx).....	88
13.6.	Erkrankungen der Pleura (keine NPL)	90

1. Zahlen und Fakten zur Herzchirurgie in Deutschland

Todesursachen 2008:	ICD-10 Pos.-Nr.	Todesursache	Gestorbene ¹	
			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	

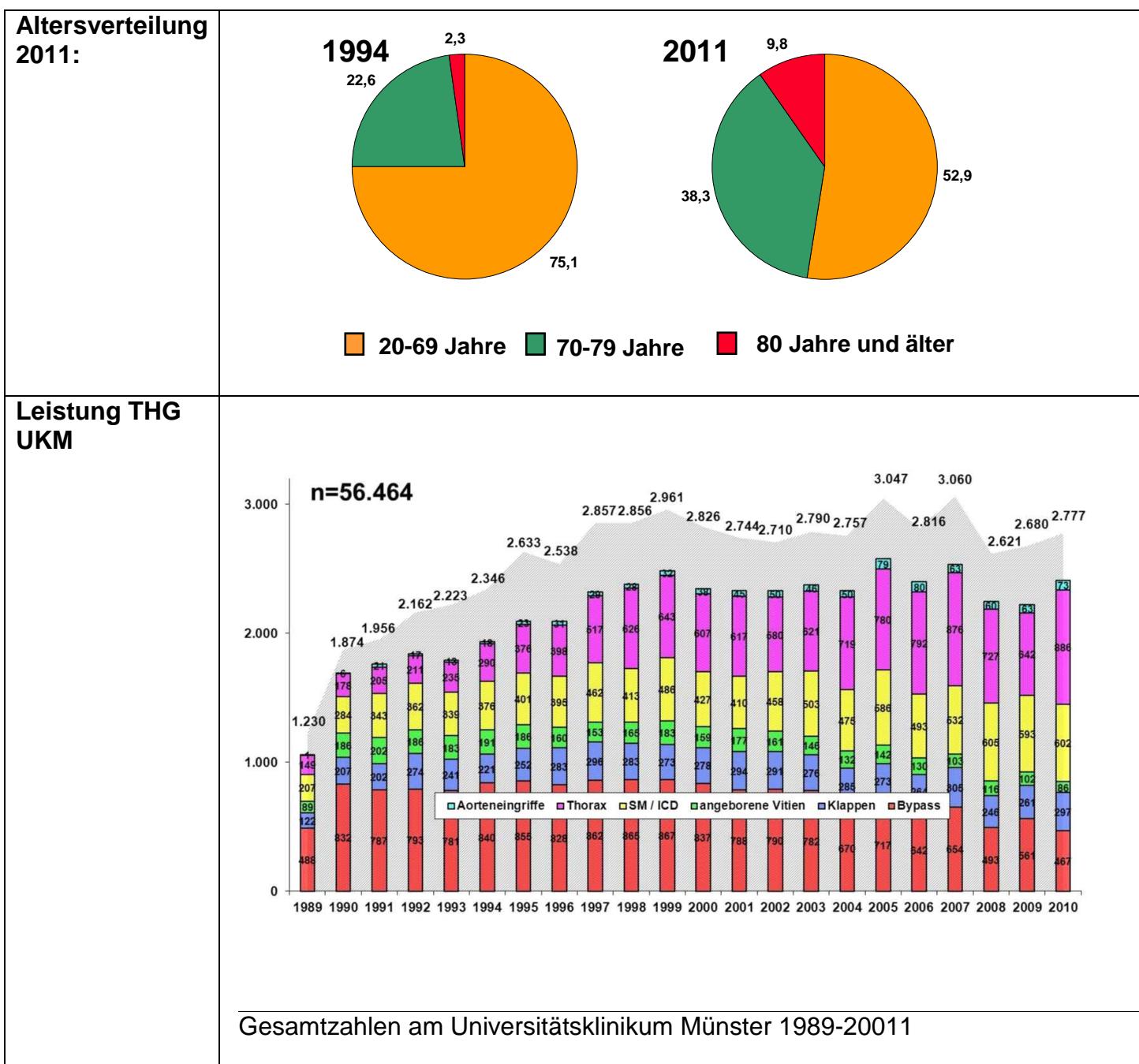
¹ Ohne Totgeborene und ohne gerichtliche Todeserklärungen.

Todesursachenstatistik Deutschland 2008

OP-Zahlen mit HLM in Deutschland:	Entwicklung der Herzchirurgie in Deutschland 1994 - 2010	
	Koronarchirurgie	Klappen
 		
█ 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)
	gesamt	1.192	(1.140-1.300)
	Bedarfs-Kalkulation an herzchirurgischen Operationen durch die Deutsche Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie		



2. Perioperatives Management

2.1. Was beeinflusst das perioperative Management?

Patient:	➤ Durchschnittsalter steigt (74% > 60Jahre) Männer > Frauen (70 : 30%)
Vorerkrankungen:	➤ Grunderkrankung: schlechte myokardiale Durchblutung und/oder gestörte Hämodynamik
Begleiterkrankungen:	➤ Risikofaktoren der Arteriosklerose, cerebrovaskuläre Insuffizienz, Niereninsuffizienz, Lungenerkrankungen, Wiederholungseingriffe (ca. 7%)
Psychosoziale Begleitumstände:	➤ Angst: Aufklärungsgespräch ➤ Nikotin, Alkohol: Prä-operative Karenz
Operation:	➤ Hämodynamik und Durchblutung werden besser ➤ Mögliche Probleme: Blutung, Embolien, Hypothermie, Stress, Infektion, Schwellung, Respiratorische Dysfunktion, Ischämie anderer Organe, LV-Dysfunktion (Stunning)
Extrakorporale Zirkulation:	➤ Gerinnungsveränderung ➤ Hämolyse ➤ Kontakt mit Fremdmaterial „Abakterielle Inflammation“
Narkose	➤ Hypothermie, Narkose-Überhang

2.2. Ziele des Perioperativen Managements

Hämodynamik:	➤ Vorlast ➤ Nachlast ➤ Frequenz ➤ Inotropie
Oxygenierung:	➤ Atemmechanik ➤ Gasaustausch ➤ O ₂ -Träger (Hb)
Blut:	➤ Antikoagulation ➤ O ₂ -Träger (Hb)
Niere:	➤ Diurese ➤ Negativbilanzierung ➤ Elektrolytausgleich (K>5mmol)
GI-Trakt	➤ Darmregulierung ➤ Ulcusprophylaxe ➤ Oraler Kostaufbau
Immunsystem	➤ Infektionsprophylaxe (Wunden, Lunge)
Psyche	➤ Schmerzen bekämpfen

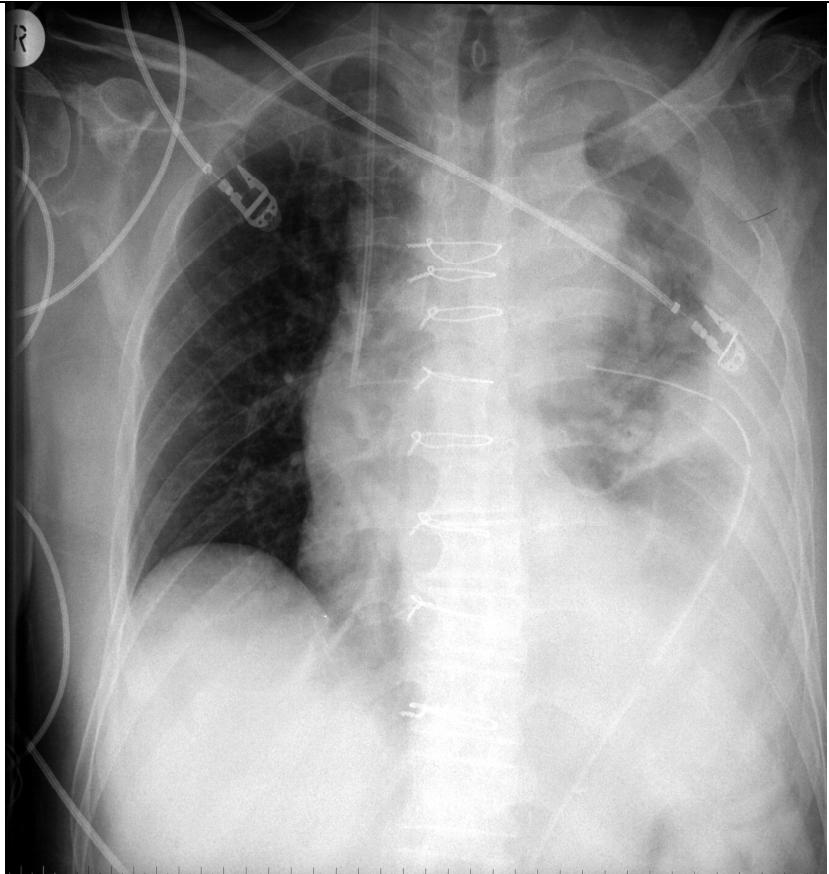
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aufklärung (Angehörige) ➤ Mobilisation ➤ Kostaufbau
--	---

2.3. Perioperatives Management: Normalverlauf

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

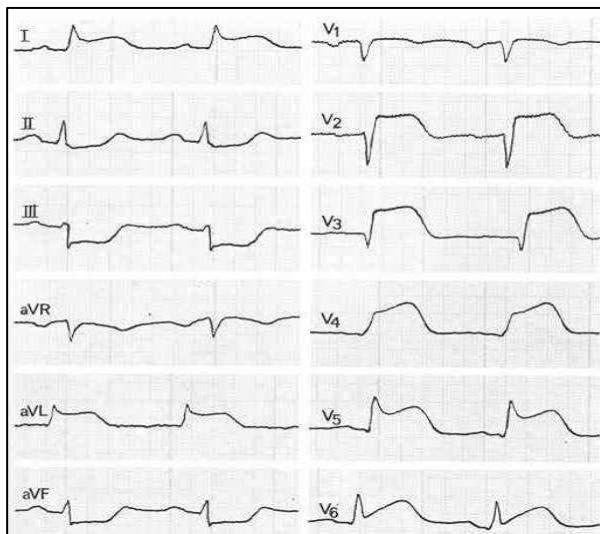
2.4. Probleme des perioperativen Managements

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



Hämatothorax links

- | | |
|-------------------------------------|--|
| Hämodynamische Instabilität: | <ul style="list-style-type: none">➤ Vorlast: Volumen bei Hypovolämie, NO bei Rechtsherzversagen, ggf. Tamponade entlasten➤ Nachlast: Noradrenalin, Dobutamin, IABP➤ Kontraktilität: Adrenalin, Dobutamin,➤ Unterstützungssysteme: IABP, ECMO, LVAD➤ Frequenz: Schrittmacher, Medikamente, Ziel-HF 80-100/min |
| Myokardschädigung, Ischämie: | <ul style="list-style-type: none">➤ EKG-Veränderungen, CK und Troponin erhöht, Wandbewegungsstörung im Echo, (Angina pectoris) |



EKG mit ST-Hebungen über der Vorderwand

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

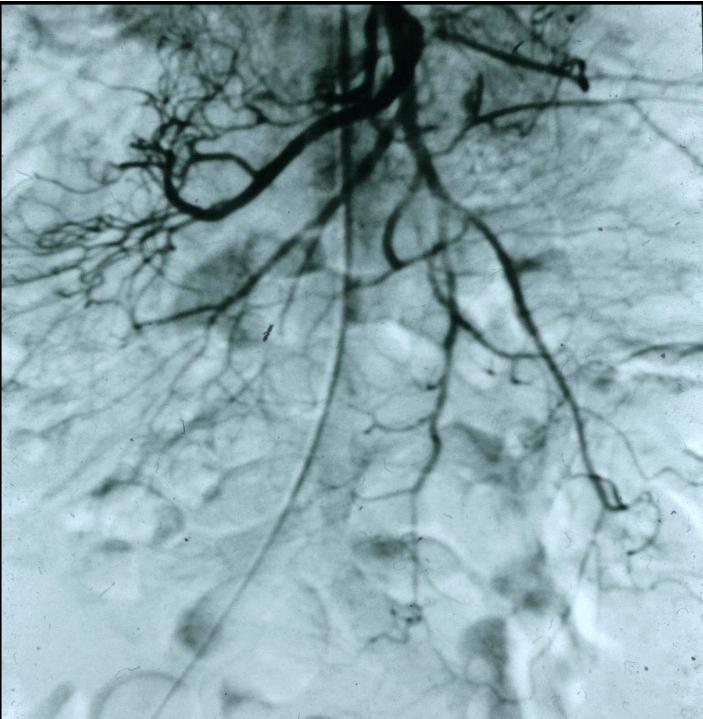


Wundinfektion

- 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)

Allgemeines:	➤ 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).
Definition:	➤ Vorübergehende Funktionsstörung des Gehirns ➤ Form der akuten organischen Psychose die <u>reversibel</u> ist
Einteilung:	➤ Drei Schweregrade ➤ ohne Bewusstseinseinschränkung ➤ mit Bewusstseinseinschränkung ➤ mit starker Bewusstseinseinschränkung
Wie stellt sich das DS dar?	➤ Nicht unbedingt sofort postoperativ ➤ Häufig erstmals nachts ➤ Dauer 1-3 Tage ➤ Örtliche/Zeitliche Desorientierung ➤ Desorientierung zur eigenen Person ➤ Desorientierung zu Fremdpersonen
Symptome:	➤ Antriebslosigkeit ➤ Fehlende Konzentration ➤ Wahnvorstellungen ➤ Halluzinationen
Ursachen:	➤ Medizinische Faktoren ➤ Kardialer Status ➤ Zerebraler Status ➤ Dauer extrakorporaler Kreislauf (HLM) ➤ Psychosoziale Faktoren ➤ Alter ➤ Persönlichkeitsmerkmale ➤ Copingstil ➤ Alkoholanamnese
Therapie:	➤ Fachpsychologische Betreuung ➤ Einbindung der Angehörigen ➤ Praeoperative Information (Merkblatt über DS) ➤ Medikamente (z.B. Haldol)

4. Extrakorporale Zirkulation

4.1. Herz-Lungen-Maschine (HLM)

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

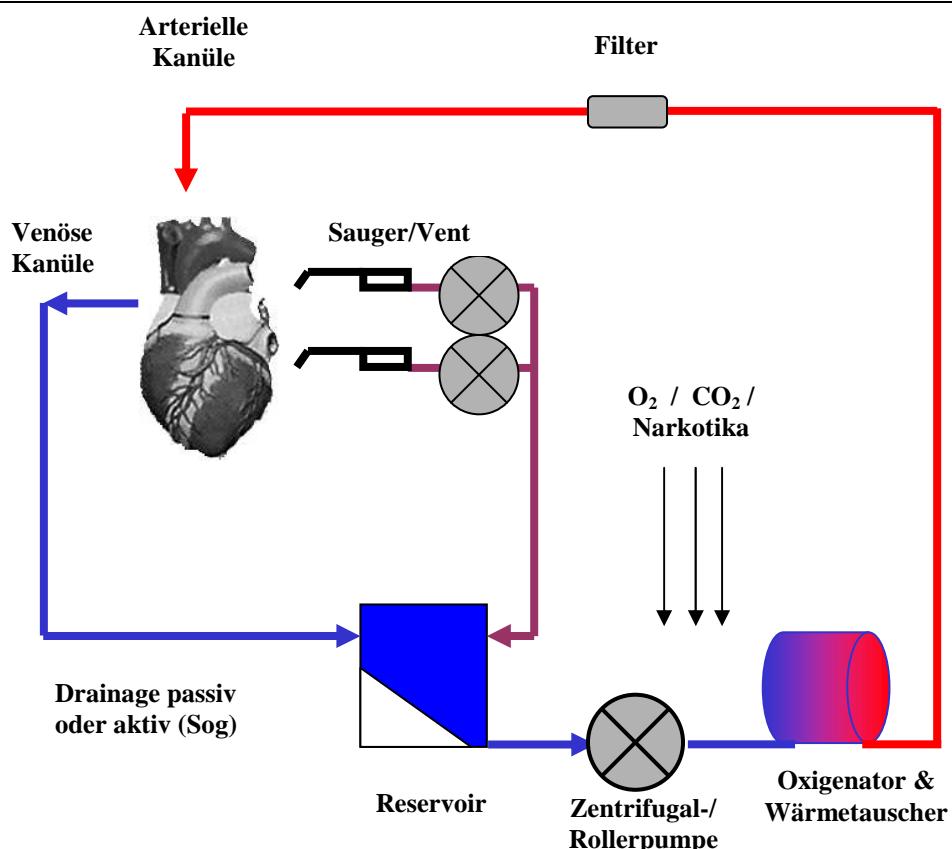


Abb. 2: Prinzip der Herz-Lungen-Maschine

Kanülierungsmöglichkeiten:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Arteriell: Aorta ascendens, A. femoralis, A. subclavia, ➤ Venös: rechter Vorhof, V. femoralis,
HLM-Management:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Antikoagulation: Heparin 400 IE/kg (ACT > 450 s) ➤ Perfusionsvolumen: 2,4 l/min/m² ➤ Perfusionsdruck 50-60 mmHg (cerebrale Autoregulation !) ➤ pH-Management: alpha-stat (pH steigt mit zunehmender Hypothermie) pH-stat (pH wird durch CO₂-Zugabe bei zunehmender Hypothermie konstant gehalten)
Kontra-Indikationen:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Blutungsproblematik (z.B. Magenulkus) ➤ Unklare Gerinnungsstörung ➤ Sepsis, septischer Fokus ➤ Hochgradige Durchblutungsstörungen ➤ Extrem schlechte Pumpfunktion des Herzens ➤ Schwere Störung der Lungen- und Leberfunktion

4.2. Folgen der HLM

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

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ischämiegefahr bei pAVK, Carotisstenose, etc.
Management:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vollheparinisierung ➤ Möglichst kurze HLM-Dauer ➤ Aufrechterhaltung eines adäquaten Perfusionsdrucks ➤ Ggf. Einleitung einer Hypothermie ➤ Ggf. Hämofiltration an der HLM
Hypothermie:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 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 Herzstillstand bis 3-4 h und einen Kreislaufstillstand bis 45 min
Maximale Anwendung:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Als HLM < 24 h ➤ Als ECMO bei Postkardiotomiever sagen 2-3 Tage ➤ Als ECMO bei Transplantatversagen 3-7 Tage ➤ Als ECMO bei primärem Lungenversagen 2-3 Wochen

4.3. Alternativen zur HLM

Offpump-Verfahren:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Verzicht auf die HLM nur in der Koronarchirurgie möglich ➤ Operation am schlagenden Herzen mit externer Stabilisierung
Reduktion des Traumas:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kleinere Zugänge (Schlüssellochchirurgie) ➤ MECC („Abgespeckte“ HLM-Version)

5. Koronare Herzerkrankung und ihre operative Therapie

5.1. Einführung

Definition	Manifestation der Arteriosklerose an den Herzkranzarterien. Anhand der stenosierten Hauptgefäße (s.u.) spricht man von koronarer <i>Ein-, Zwei- oder Dreigefäßerkrankung</i>
Häufigkeit	➤ Häufigste Todesursache in Deutschland ➤ 80.000-90.000 Menschen sterben pro Jahr an einem Herzinfarkt
Ursachen	➤ Familiäre Belastung ➤ Hypercholesterinämie ➤ Nikotinabusus ➤ Diabetes mellitus ➤ Arterielle Hypertonie ➤ Alter (Männer >60 J., Frauen > 70 J) ➤ Zusätzlich: Adipositas, Stress, psychosoziale Faktoren, Bewegungsmangel, Hyperhomocysteinämie
Klinik	➤ Angina pectoris (s.u.) ➤ Herzinsuffizienz ➤ Herzrhythmusstörungen ➤ Akutes Koronarsyndrom und Herzinfarkt
Angina pectoris	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) ➤ <i>Stabile AP</i> : regelmäßig, z.B. durch Belastung auslösbar – nitratsensibel, Besserung in Ruhe ➤ <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%) ➤ Sonderform: <i>Prinzmetal-Angina</i> : Durch Koronarspasmaen ausgelöste Ruheangina mit reversiblen EKG Veränderungen ohne Herzenzymerhöhung, Gefahr der Arrhythmie, Gutes Ansprechen auf Ca ²⁺ -Antagonisten

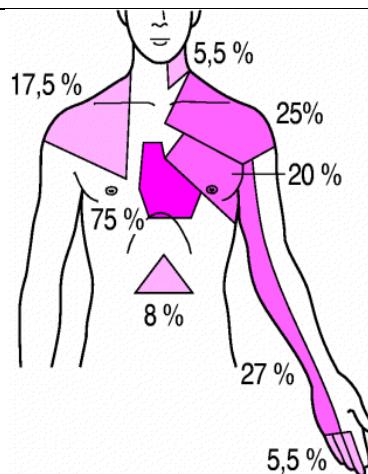


Abb.1: Häufigkeit der Ausstrahlung von Angina pectoris

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)
- ²⁰¹Thallium-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 Schwergradbestimmung der Koronarstenosen) **Goldstandard**

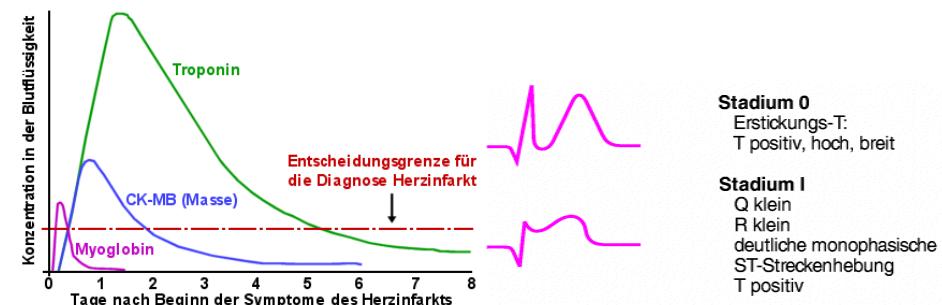


Abb. 2 Enzymverlauf und EKG-Veränderungen beim akuten Myokardinfarkt

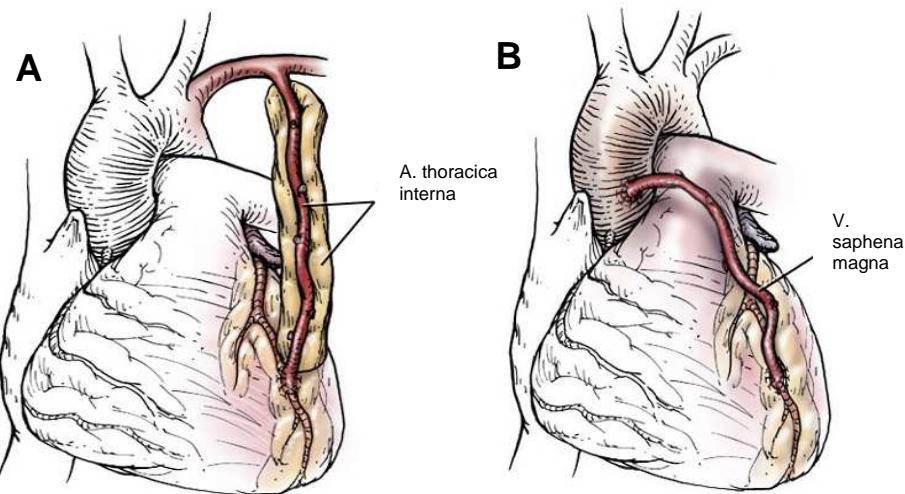
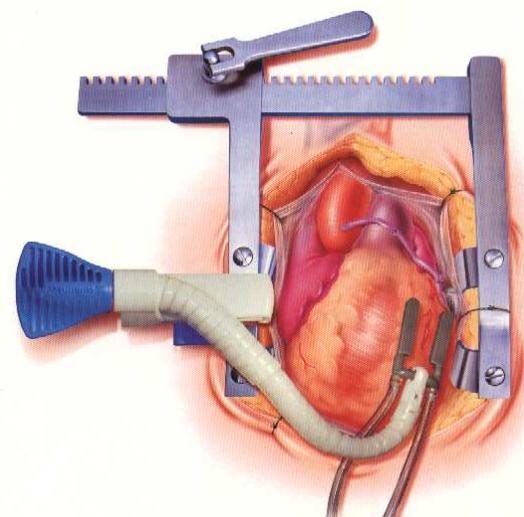
5.2. Allgemeine/konservative Therapie

Kausal	➤ Risikofaktoren vermeiden/minimieren
Medikamentös	➤ Nitrat (verbessern die myokardiale O ₂ -Versorgung durch Senkung der Vor- und Nachlast)

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Beta-Blocker (verbessern die myokardiale O₂-Versorgung durch Senkung des Blutdrucks und der Herzfrequenz) ➤ Kalzium-Antagonisten (bessern die myokardiale O₂-Versorgung durch Senkung der Nachlast und der Herzfrequenz (nur bei Verapamil)) ➤ ACE-Hemmer (Senkung des Blutdruckes, Prognoseverbesserung) ➤ Thrombozytenaggregationshemmer (Reduktion der Infarktrate und dadurch Prognoseverbessernd)
PTCA/Stent-Implantation	<ul style="list-style-type: none"> ➤ = perkutane transluminale Coronarangioplastie (Durchführung besonders bei Ein- oder Zweigefäßerkrankung mit proximal häodynamisch wirksamen Stenosen) ➤ Stet-Implantation

5.3. Operative Therapie (Aortokoronare Bypassoperation)

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

	<p>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. gastroomentalais A. gastrica inferior sich wegen ihrer Neigung zu Gefäßspasmen weniger gut eignen.</p> 
OP-Technik: (minimal-invasiv)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ OPCAP (<i>off-pump coronary artery bypass</i>): Freilegung des Herzens durch mediane Sternotomie, jedoch kein Anschluß an die HLM. Stabilisierung des Herzen während der Operation durch den Octopus-Stabilisator (Abb. 3). Prinzipiell sind alle Herzkrankgefäße 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. thoracia interna links möglich ➤ Minimal-invasive OP-Techniken machen zur Zeit nur ca. 5% aller Bypassoperation aus, mit jedoch steigender Tendenz 

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

6. Infarktkomplikationen und ihre operative Therapie

Allgemeines:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Verlust von > 40% kontraktilen Myokard ist letal ➤ Es kommt zu einem Teufelskreislauf <pre> graph TD A[Herzinfarkt] --> B[Myokard- ischämie ↑] A --> C[Koronares Blutangebot ↓] B --> D[Verlust von kontraktilem Myokard] C --> D D --> E[LV Funktion ↓] E --> F[HZV ↓] F --> G[LVEDP↑ RR↓] G --> H[Koronar- perfusion ↓] H --> I[Myokard- ischämie ↑] I --> J[O2 Bedarf ↑] J --> K[HF ↑] K --> L[Nachlast ↑] L --> M[HZV ↓] M --> G </pre> <p>Abb. 1: Circulus vitiosus des ausgedehnten Myokardinfarks</p>
Häufigkeit:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 2-3% aller Myokardinfekte gehen mit den unten aufgeführten Komplikationen einher <ul style="list-style-type: none"> • Postinfarktangina • Postinfarktaneurysma • Ischämische Mitralsuffizienz • Infarkt-VSD • Rhythmusstörungen • Herzversagen

6.1. Diastolische Augmentation (IABP)

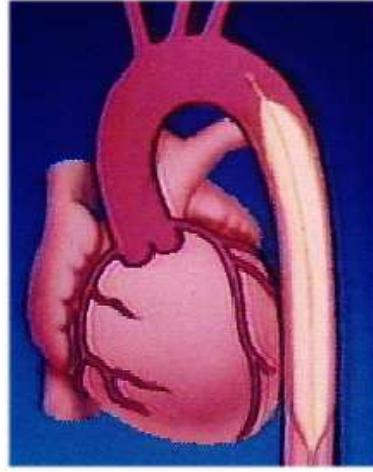
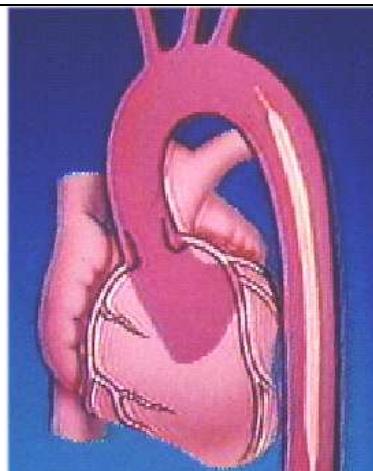
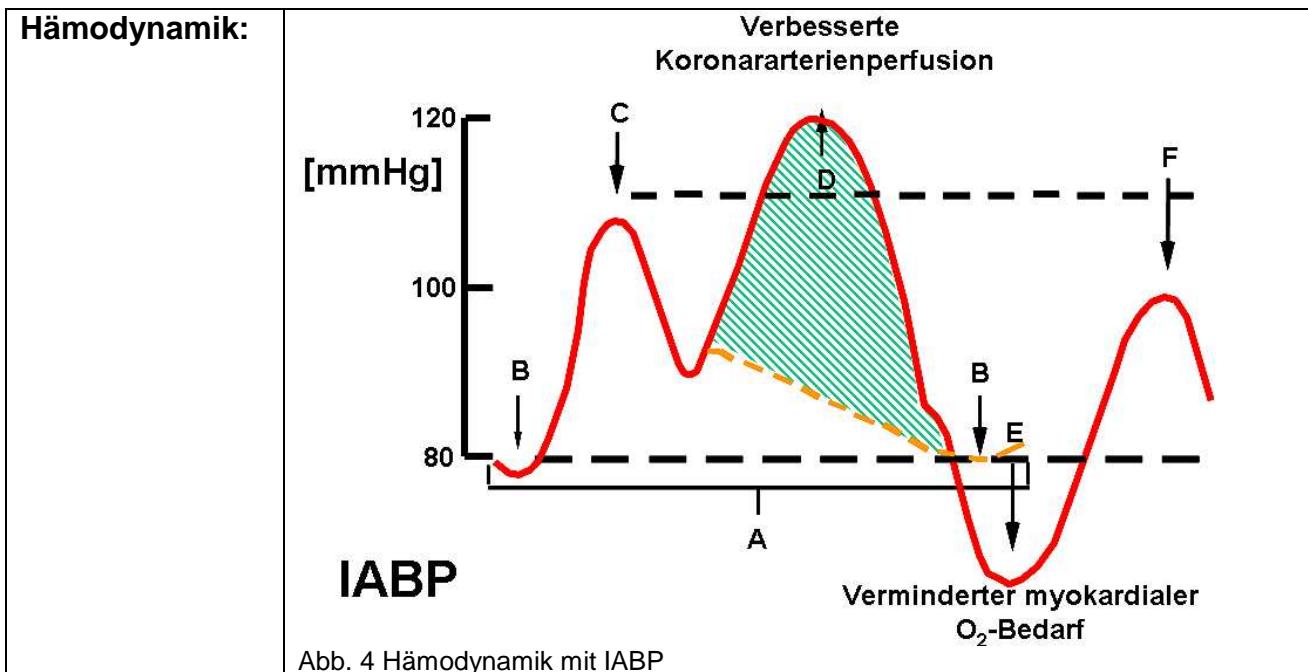
Prinzip:	Ballonkatheter, der in der Regel über die A. femoralis in die Aorta descendens eingebracht wird. Inflation in der Systole, Deflation in der Diastole	
Inflation:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diastol. Druck ↑ ➤ Koronarperf. ↑ ➤ O2-Angebot ↑ 	
Deflation:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nachlast ↓ ➤ Wandspannung ↓ ➤ LV-Arbeit ↓ ➤ O2-Bedarf ↓ ➤ Stoffwechsel ↑ ➤ Schlagvolumen ↑ 	

Abb. 2 Inflation

Abb. 3 Deflation



6.2. Postinfarktangina

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

6.3. Herzwandaneurysmen

Definition:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aussackung (meist der Vorderwand) im Infarktareal
--------------------	---

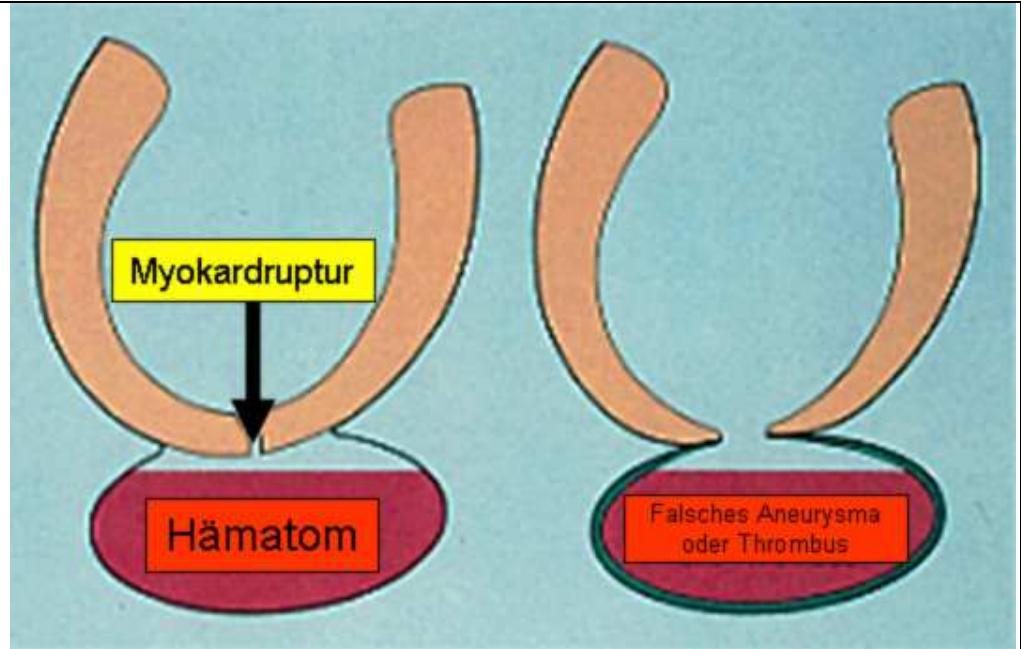
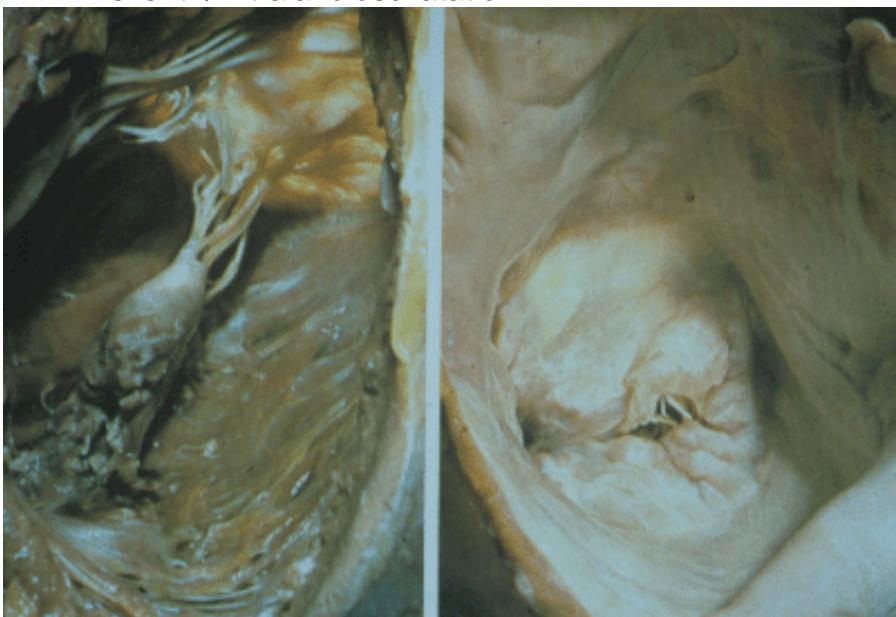


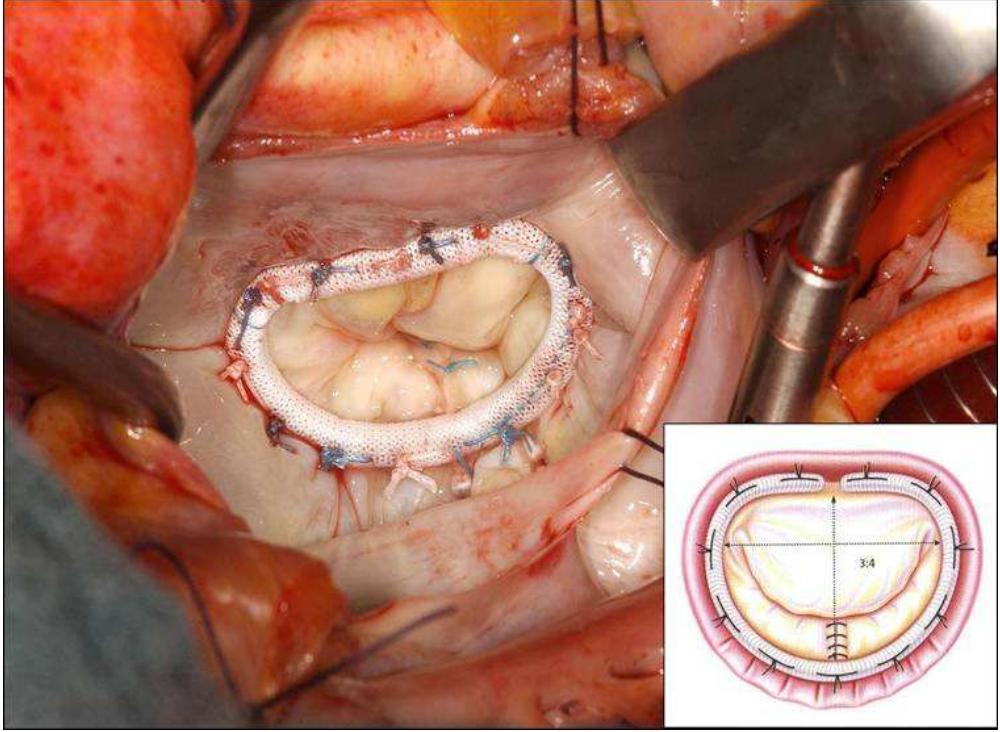
Abb. 5: Ausbildung eines Vorderwandaneurysmas

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

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

6.4. Ischämische Mitralklappeninsuffizienz

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

	<p>Kombination mit ACB-Op ➤ Einzelheiten siehe Vorlesung Herzklappen</p> 
Ergebnisse:	<p>➤ Op-Letalität: bei Notfall-OP's > 20% ➤ OP-Letalität bei elektiven Eingriffen: 5%</p>

6.5. Infarkt-VSD

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

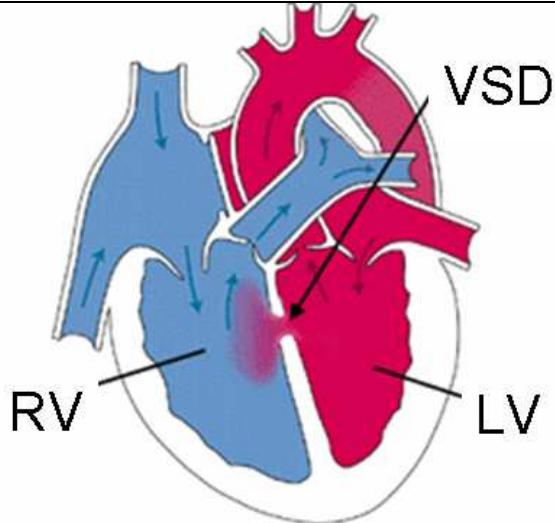


Abb. 9: Infarkt-VSD

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

6.6. Rhythmusstörungen

Definition:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Rhythmusstörungen jeder Art sind möglich: Bradykardie, supraventrikuläre Tachykardien, ventrikuläre Arrhythmien, Kammerflimmern
Pathophysiologie:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reentry-Mechanismus

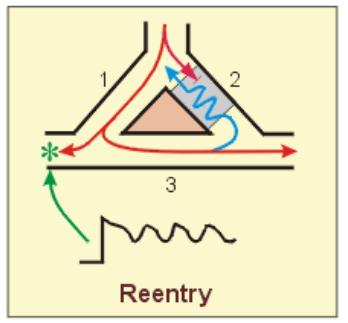


Abb. 10: Reentry-Mechanismus

Prognose ohne OP:	➤ Schlecht, Kammerflimmern ist eine der häufigsten Todesursachen nach Herzinfarkt
Diagnostik:	➤ Elektrophysiologische Untersuchung
OP-Indikation:	➤ Auslösbar hämodynamisch wirksame ventrikuläre Tachykardien
OP-Strategie:	➤ Siehe Vorlesung „Rhythmus“
OP-Technik:	➤ Siehe Vorlesung „Rhythmus“

6.7. Herzversagen

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

7. Erkrankungen der Herzklappen und ihre operative Therapie

7.1. Aortenklappenerkrankungen

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

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

7.2. Mitralklappenerkrankungen

Definition:	<p>Mitralklappeninsuffizienz (Undichtigkeit): Eine schwere Mitralklappeninsuffizienz (Grad IV) liegt vor wenn die Regurgitation von Blut bis in die Lungenvenen zurück reicht.</p> <p>Mitralklappenstenose (Verengung): Eine schwere Mitralklappenstenose (Grad IV) liegt vor, wenn der Mitralklappenöffnungsindex $< 1.5 \text{ cm}^2/\text{m}^2$, Klappenöffnungsfläche $< 1 \text{ cm}^2$ und der Druckgradient $> 15 \text{ mmHg}$ beträgt.</p>  <p>normale Mitralklappe Mitralklappeninsuffizienz Mitralklappenstenose</p>
Häufigkeit:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Siehe Aortenvitien
Allgemeines:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Die Mitralklappe ist eine bikuspide Klappe bestehend aus einem anterioren und posterioren Segel, die deskriptiv in je drei Segmente (A1-A3 und P1-P3) unterteilt werden. ➤ Die Segel sind mit den Papillarmuskeln und Sehnenfäden verbunden ➤ Das vordere Mitalsegel ist mit der linken Aortenklappentasche (bei 10 Uhr) verbunden und mit dem His-Bündel /AV-Knoten (bei

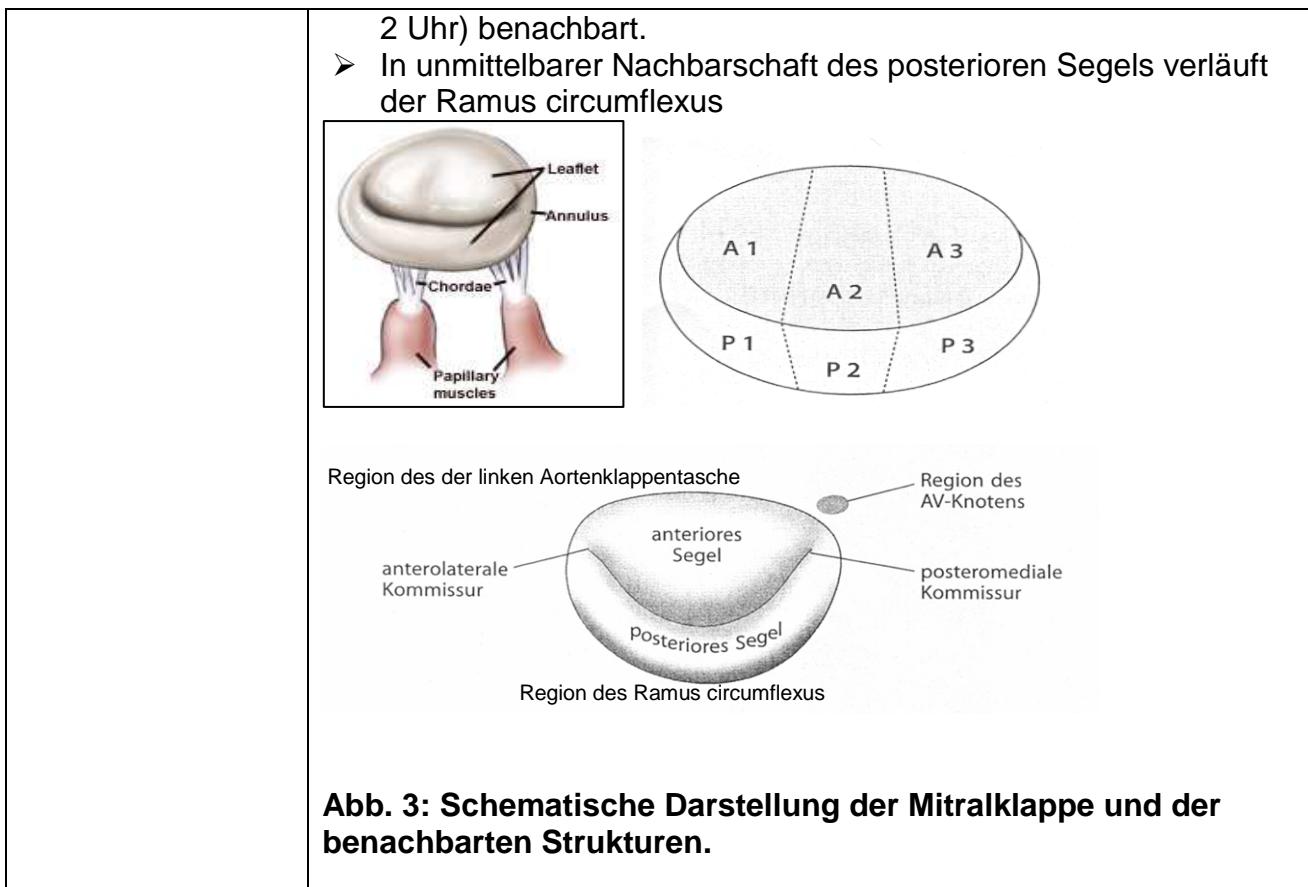


Abb. 3: Schematische Darstellung der Mitralklappe und der benachbarten Strukturen.

Ursachen:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Degeneration der Klappensegel / Halteapparat ➤ Dilatative Kardiomyopathie ➤ Endokarditis ➤ Ischämischer Pappillarmuskelschaden (Herzinfarkt) ➤ Barlow-Erkrankung
Symptome:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Siehe Aortenklappenvitien ➤ Zusätzlich bei akuter Mitralsuffizienz, kardiogener Schock
Diagnostik:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Echokardiographie (TTE, TEE) ➤ Röntgen Thorax ➤ EKG ➤ Herzkatheter

7.3. Operative Therapie

OP-Indikationen	Aortenklappenerkrankungen: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Symptomatisches Klappenvitium (Synkopen, Herzinsuffizienz, ventrikuläre Rhythmusstörungen, Angina pectoris) ➤ Klappenöffnungsfläche < 0.8 cm² ➤ Mittlerer Druckgradient > 50 mmHg ➤ Zunehmende LV-Hypertrophie ➤ Abnehmende LV-Funktion
------------------------	--

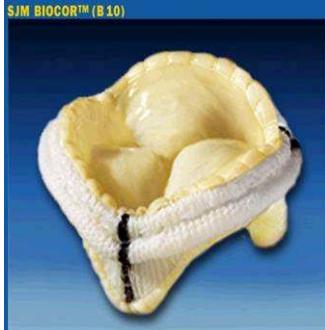
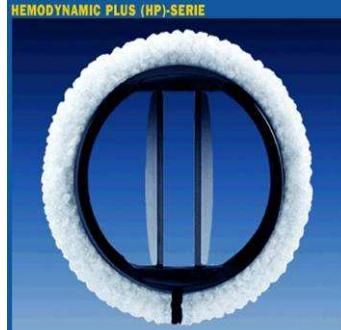
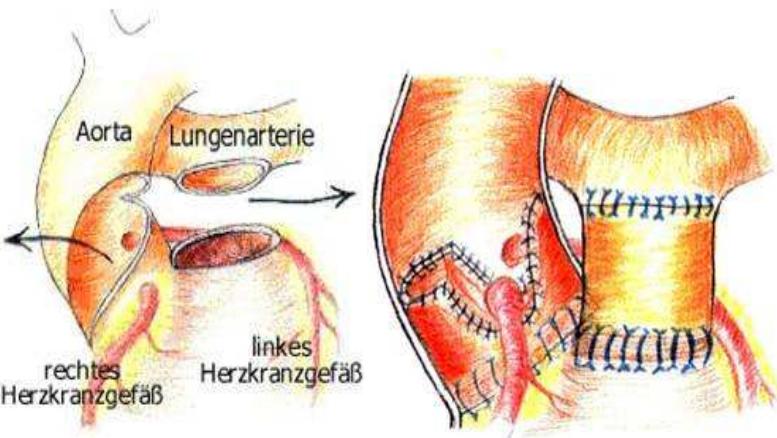
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Endokarditis ➤ Embolien <p>Mitralklappenerkrankungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Symptome NYHA III/IV ➤ Bei NYHA II: zusätzlich <ul style="list-style-type: none"> neuaufgetretenes Vorhofflimmern Myokarddysfunktion Rezidivierende Embolien ➤ Bei Mitralstenose: <ul style="list-style-type: none"> Mitralklappenöffnungsindex < 1.5 cm²/m² ➤ Mitralsuffizienz bei Myokardinfarkt ➤ Endokarditis
OP-Verfahren:	
AKE	 <p>biologische Klappe</p>  <p>mechanische Klappe</p>  <p>Homograft</p>

Abb 4. Klappensubstitute

Möglichkeiten des Aortenklappenersatzes:

- **Mechanische Prothese** (Vorteil: unbegrenzte Haltbarkeit; Nachteil: lebenslange Antikoagulation)
- **Biologische Herzklappe** (Xenograft, Homograft); (Vorteil: keine längere Antikoagulation notwendig; Nachteil: begrenzte Haltbarkeit)
- Prothesengrößen von 19 – 25 mm typisch
- Intraanuläre Implantation (aorto-ventrikulär gestochene Fäden (mit Filzpatches))

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

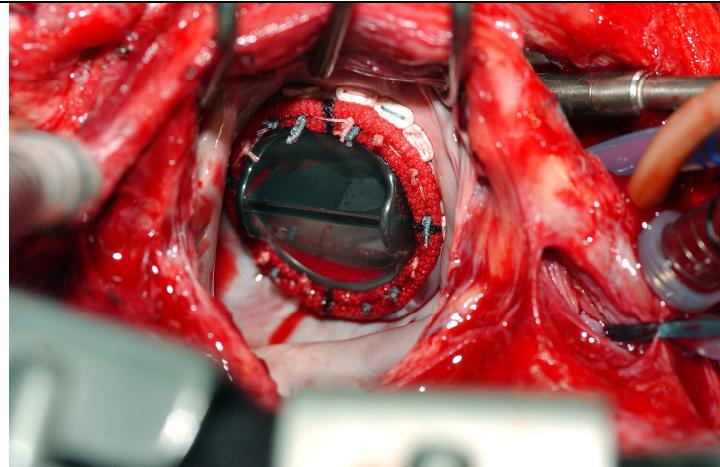


Abb. 6: Mitralklappenersatz (SJM 29 mm)

MKR:

Möglichkeiten der Rekonstruktion:

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

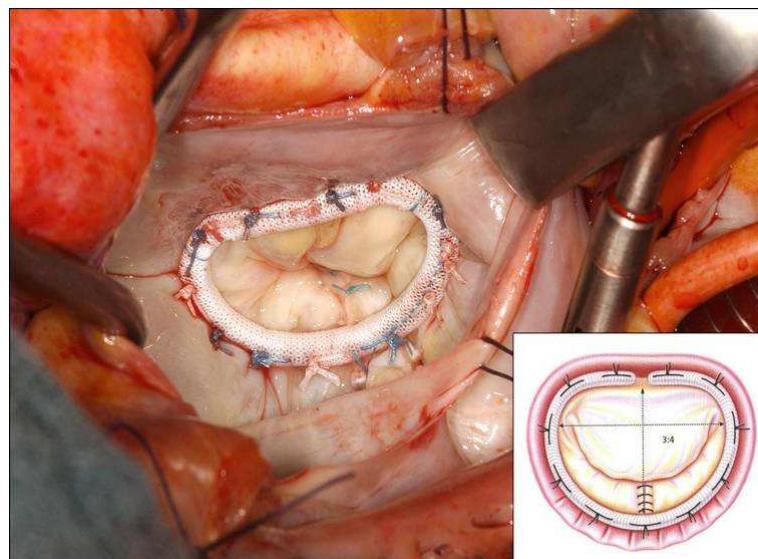


Abb. 6: Quadranguläre Resektion (P2 Segment) und Anuloplastie mittels Ring.

Ergebnisse:

Komplikationsmöglichkeiten perioperativ:

- Deckelblockade
- AV-Block
- Koronare Luftembolie
- Schlaganfall

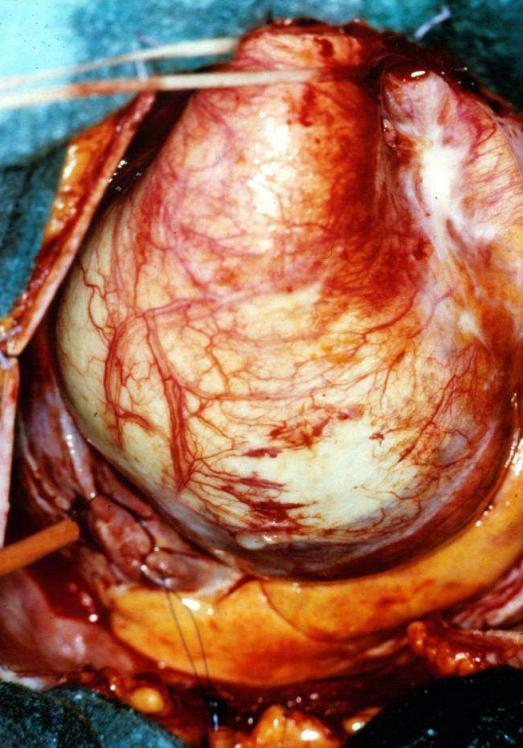
- Zu kleine Prothese
- Nahtausriss, paravalvuläres Leck
- Koronarostiumverlegung

Perioperative Sterblichkeiten nach STS Datenbank weltweit:

- AKE : 5.6 %
- MKE: 5.8 %
- MKR: 1.8 %

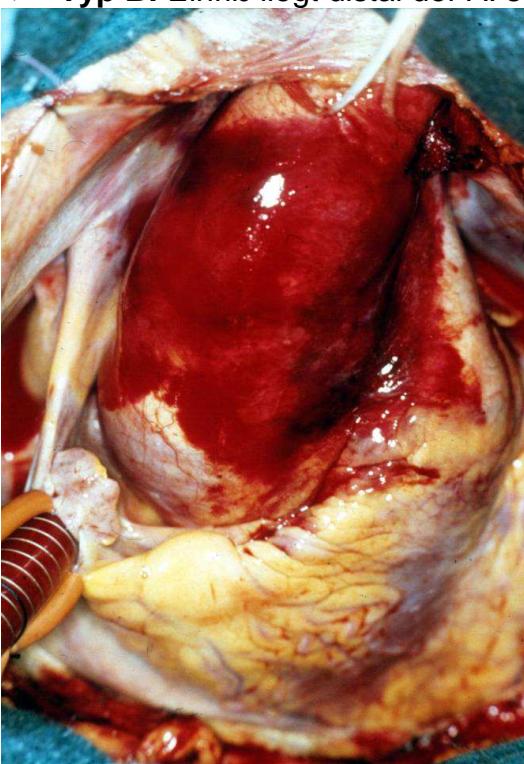
8. Erkrankungen der thorakalen Aorta und ihre operative Therapie

8.1. Aortenaneurysmen

Definition:	<ul style="list-style-type: none">➤ Umschriebene Aufweitung sämtlicher Gefäßwandschichten  <p>The image shows a large, spherical, reddish-brown mass, which is an aortic aneurysm, during a surgical procedure. The aneurysm is surrounded by blood vessels and tissue.</p>
Häufigkeit:	<ul style="list-style-type: none">➤ 500 Fälle bei 100.000 Obduktionen
Allgemeines:	<ul style="list-style-type: none">➤ Expansionsrate abhängig vom initialen Aortendurchmesser➤ Bei 4cm ca. 3mm/Jahr➤ Bei > 6cm ca. 10mm/Jahr, mit 10% Todesfällen ist zu rechnen
Ursachen:	<ul style="list-style-type: none">➤ Arterieller Hypertonus➤ Generalisierte Arteriosklerose➤ Bindegewebsschwäche (Marfan-Syndrom, Ehlers Danlos Syndrom ect.)➤ Unfälle➤ (Schwangerschaft)➤ vorausgegangene Herzchirurgie
Einteilung:	<ul style="list-style-type: none">➤ Nach der anatomischen Lokalisation, 33% thorakal, 2 % thorakoabdominell, 65 % abdominell
Symptome:	<ul style="list-style-type: none">➤ Thoraxschmerz➤ Rückenschmerzen➤ Druckgefühl➤ Dyspnoe➤ Heiserkeit➤ Dysphagie

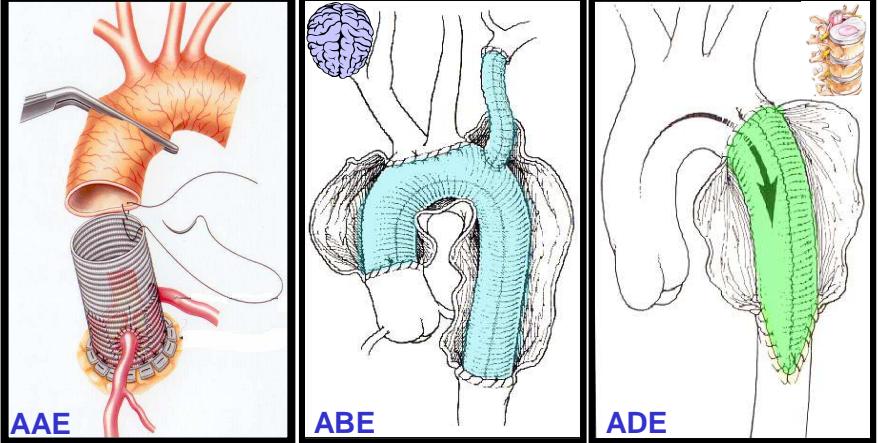
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Horner Symptome ➤ Einflußstauung ➤ Aortenklappeninsuffizienz ➤ keine
Diagnostik:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Transthorakale Echokardiographie (schnell, aber ungenau) ➤ Transösophageale Echokardiographie (schnell, genauer als TTE) ➤ CT (schnell, sehr genau)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

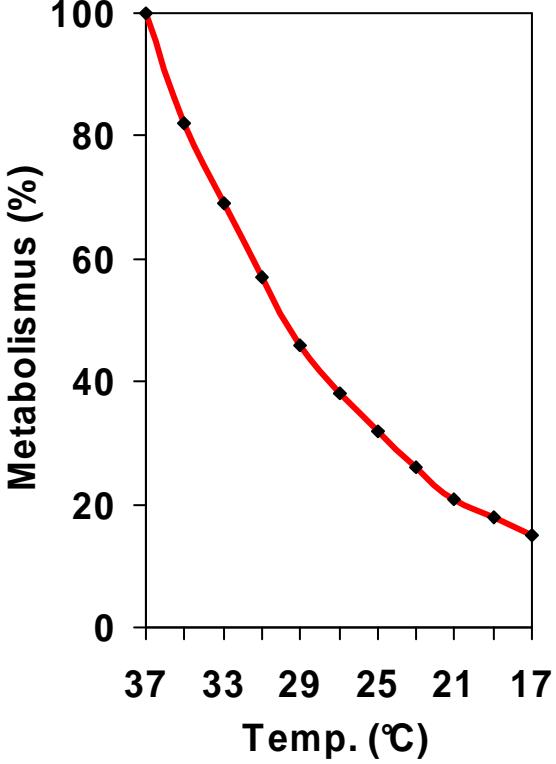
8.2. Aortendissektionen

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

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

8.3. Operative Therapie

Allgemeines	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sowohl bei einem Aneurysma als auch bei einer Dissektion grundsätzlich Ersatz der erkrankten Gefäßabschnitte mit einem Prothesenrohr ➤ 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. ➤ Ebenso ist es möglich, Teile des Aortenbogens und der Aorta descendens mit Kunststoffprothesen zu ersetzen, diese Operationen erfordern eine besondere Beachtung der Durchblutung des Gehirns und des Rückenmarks durch besonders aufwändige Schutzmaßnahmen.
	
	<p>Abb. 3: Standard-OP-Verfahren bei Aneurysmen und Dissektionen</p>
Schutz des Gehirns (Hypothermie)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 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. ➤ Durch Absenkung der Körpertemperatur auf 18 Grad kann der

	<p>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.</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Temp. (°C)</th> <th>Metabolismus (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>37</td><td>100</td></tr> <tr><td>35</td><td>82</td></tr> <tr><td>33</td><td>70</td></tr> <tr><td>31</td><td>57</td></tr> <tr><td>29</td><td>46</td></tr> <tr><td>27</td><td>38</td></tr> <tr><td>25</td><td>32</td></tr> <tr><td>23</td><td>27</td></tr> <tr><td>21</td><td>22</td></tr> <tr><td>19</td><td>19</td></tr> <tr><td>17</td><td>15</td></tr> </tbody> </table>	Temp. (°C)	Metabolismus (%)	37	100	35	82	33	70	31	57	29	46	27	38	25	32	23	27	21	22	19	19	17	15
Temp. (°C)	Metabolismus (%)																								
37	100																								
35	82																								
33	70																								
31	57																								
29	46																								
27	38																								
25	32																								
23	27																								
21	22																								
19	19																								
17	15																								
	<p>Abb. 4: Abhängigkeit des Hirnstoffwechsels von der Temperatur</p>																								
Schutz des Rückenmarks	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 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	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 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 																								

	<p>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.</p>
Stentimplantation:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 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 thrombosiert.
Follow-Up:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pat. mit bekannten Gefäßerkrankungen müssen mindestens $\frac{1}{2}$ 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 !

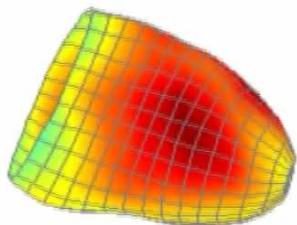
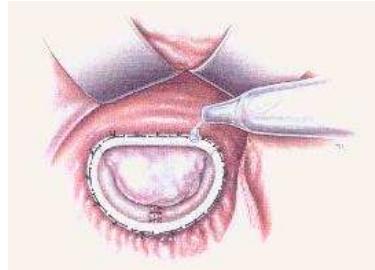
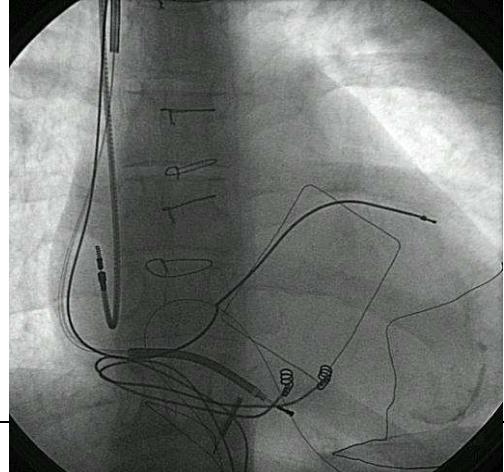
9. Herzinsuffizienz

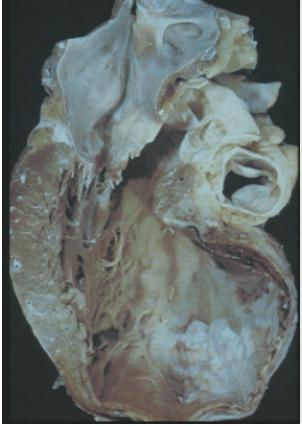
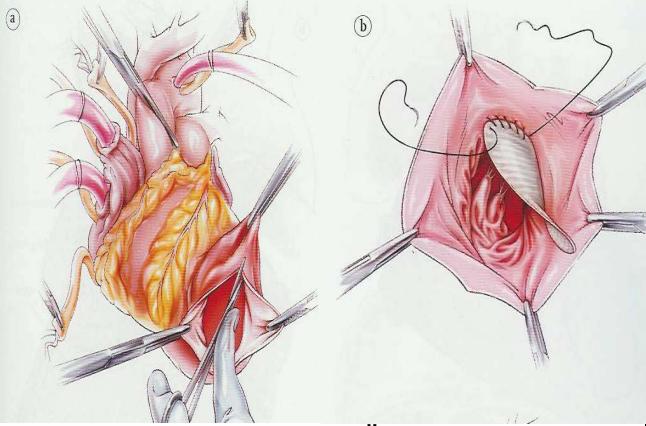
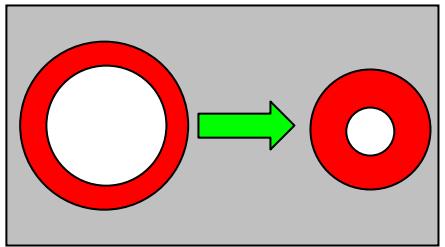
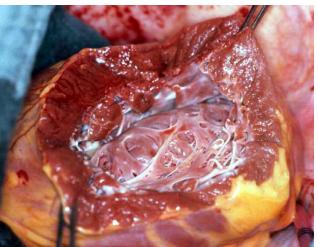
9.1. Allgemeines

Definition:	<ul style="list-style-type: none">➤ 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.
Häufigkeit:	<ul style="list-style-type: none">➤ Die chronische Herzinsuffizienz betrifft mehr als 1% der Bevölkerung und ist einer der häufigsten Gründe für Krankenhausaufenthalte.
Einteilung:	<ul style="list-style-type: none">➤ NYHA I: Keine Einschränkung bei normaler Belastung.➤ NYHA II: Leichte Einschränkung der körperlichen Belastbarkeit.➤ NYHA III: Deutliche Einschränkung der Belastbarkeit.➤ NYHA IV: Symptome der Herzschwäche schon in Ruhe.
Formen:	<ul style="list-style-type: none">➤ Akut – chronisch➤ Systolisch – diastolisch➤ Vorwärtsversagen – Rückwärtsversagen➤ Low Output – High Output➤ Ventrikulär – atrial➤ Linksherz – Rechtsherz➤ Kompensiert – dekompensiert
Ursachen:	<ul style="list-style-type: none">➤ Volumenbelastung➤ Druckbelastung➤ Myozytendysfunktion➤ Rhythmusstörungen
Diagnostik:	<ul style="list-style-type: none">➤ Anamnese➤ Röntgen-Thorax➤ EKG➤ Echokardiographie➤ Spirometrie➤ Herzkatheteruntersuchung
Symptome:	<ul style="list-style-type: none">➤ Verminderte Belastbarkeit➤ Dyspnoe / Orthopnoe➤ Periphere Ödeme➤ Nächtlicher Husten➤ Nykturie➤ Palpitationen➤ Gewichtszunahme (seltener Abnahme)

Therapieformen:	<ul style="list-style-type: none">➤ Medikamentös (Diuretika, β-Blocker, ACE-Hemmer, etc.)➤ Interventionell (PTCA, Valvuloplastie)➤ Operativ
------------------------	--

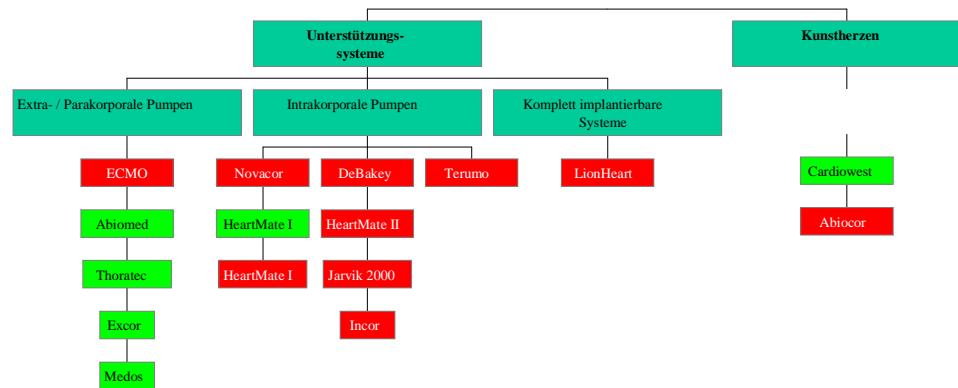
9.2. Operative Therapie der Herzinsuffizienz

Chirurgische Therapieformen:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hochrisikochirurgie ➤ Bivent. Herzschrittmacher ➤ LV-Rekonstruktion ➤ Mitralrekonstruktion ➤ Mechanische Kreislaufunterstützung ➤ Herztransplantation ➤ Experimentelle Verfahren (Diastolische Restriktion, etc.)
Hochrisiko-chirurgie:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Konservative Operation bei KHK oder Klappenvitium bei schlechter (linksventrikulärer) Pumpfunktion ➤ Voraussetzung: (bypassfähige Gefäße und) vitales Myokard <div style="text-align: center;">  <p>Positronenemissionstomogramm: -> Vitales Myokard</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Mitralklappenrekonstruktion</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ergebnisse: Risiko vergleichbar mit dem der Herztransplantation
Resynchronisationstherapie (CRT)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bei Patienten mit Überleitungsverzögerungen mit Erweiterung des QRS-Komplexes (> 120 ms), aber nur bei Linksschenkelblock ➤ Resynchronisation durch einen Vorhof-synchronisierten biventrikulären Schrittmacher (Stimulation von rechtem Vorhof und beiden Ventrikeln) ➤ Kann mit einem Defibrillator (ICD) kombiniert werden <div style="text-align: center;">  </div>

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Verbessert die systolische und diastolische Herzfunktion
LV-Rekonstruktion:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bei Patienten mit linksventrikulären Aneurysmen und bei Patienten mit einer ausgeprägten dilatativen Kardiomyopathie ➤ Linksventrikuläres Aneurysma: 85 % in der Vorderwand Wandadhärente Thromben in 40-50 % der Fälle Op-Indikation bei Herzinsuffizienz, Angina, Rhythmustörungen, Embolien <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p>LV-Reduktion nach Dor: Op-Risiko < 5 %, 5 J-Überlebensrate > 90 % Alternativ: lineare oder zirkuläre Naht ohne Einnähen eines Kunststoffflickens</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Dilatative Kardiomyopathie: Batista-Operation = Chirurgische Verkleinerung des linken Ventrikels durch Exzision der Lateralwand (gemäß Laplace'schem Gesetz) <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p>Ergebnisse: 1 J-Überlebensrate: ca. 80 % Alternative: Mitralklappenrekonstruktion mit Überkorrektur (nach Bolling)</p>

Mechanische Kreislaufunterstützung

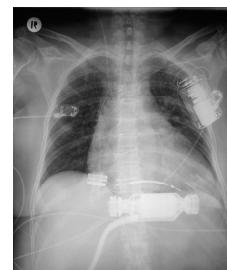
- Implantation eines Kunstherzens (eigenes Herz wird exzidiert) oder eines Kunstherzunterstützungssystem (eigenes Herz wird belassen):



- Indikation: NYHA IV – keine weiteren Therapieoptionen, ggf. außer einer Herztransplantation
Herzindex < 2.0, VO₂max < 14
- Therapieziele:
Überbrückung bis zu einer Herztransplantation
Überbrückung bis zur Erholung des erkrankten Herzens
Definitive Therapie (Dauertherapie)
- Beispiele für linksventrikuläre Unterstützung:



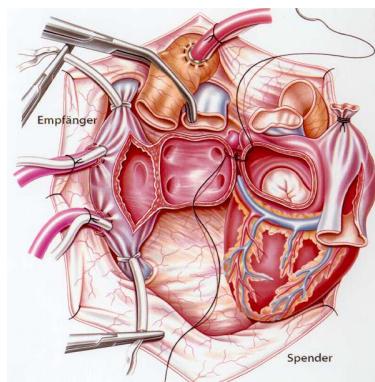
Extrakorporales System
(Pneumatisch betrieben)



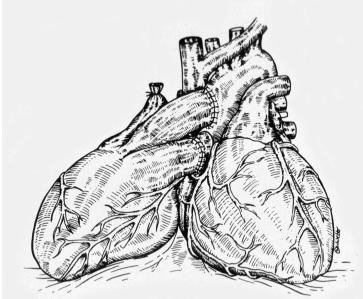
Intrakorporales System
(Elektrische Axialpumpe)
komb.mit ICD-System

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

Herztransplantation:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Austausch des erkrankten Herzens mit einem Spenderherzen. ➤ Indikation: <ul style="list-style-type: none"> Herzindex < 2.0, VO₂max < 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) <ul style="list-style-type: none"> Größe, Gewicht, Alter Entfernung Wartezeit Dringlichkeit ➤ Organentnahme: <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Ischämietoleranz</td> <td style="text-align: right;">4 h</td> </tr> <tr> <td>Transportzeit</td> <td style="text-align: right;"><2,5 h</td> </tr> <tr> <td>Explantradius</td> <td style="text-align: right;">>1000 km</td> </tr> </table> ➤ Herztransplantationstechniken <ul style="list-style-type: none"> - Batrial (Lower u. Shumway) - Bicaval - Bicaval u. bipulmonaryvenös (total orthotop) - Heterotop (zusätzliches 2. Herz) 	Ischämietoleranz	4 h	Transportzeit	<2,5 h	Explantradius	>1000 km
Ischämietoleranz	4 h						
Transportzeit	<2,5 h						
Explantradius	>1000 km						



Orthotop - batrial



- 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

Definition:	➤ 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.
Einteilung:	➤ Einkammerschrittmacher (Stimulation von rechtem Vorhof <u>oder</u> rechter Herzkammer) ➤ Zweikammerschrittmacher (Stimulation von rechtem Vorhof <u>und</u> rechter Herzkammer) ➤ Dreikammerschrittmacher (Stimulation von rechtem Vorhof <u>und</u> <u>beiden</u> Herzkammern)
Indikationen:	➤ Bradykardie ➤ Atrioventrikulärer Block (AV-Block II – III) ➤ Syndrom des kranken Sinusknotens (Sick Sinus Syndrom)
Symptome:	➤ Schwindel ➤ Synkopen ➤ Übelkeit ➤ Schwitzen ➤ Unruhe ➤ Schock ➤ Tod
Diagnostik:	➤ Anamnese ➤ Elektrokardiogramm (EKG) ➤ Langzeit-EKG
Codierung:	➤ Herzschrittmacher enthalten eine Codierung, die aus drei bis vier Buchstaben besteht: ➤ 1. Buchstabe: gibt den Ort der Stimulation an (A = Atrium, V = Ventrikel, D = Dual [Vorhof und Ventrikel]) ➤ 2. Buchstabe: gibt den Ort der Wahrnehmung an (A = Atrium, V = Ventrikel, D = Dual [Vorhof und Ventrikel]) ➤ 3. Buchstabe: Steuerung (I = Inhibition [Stimulation durch den

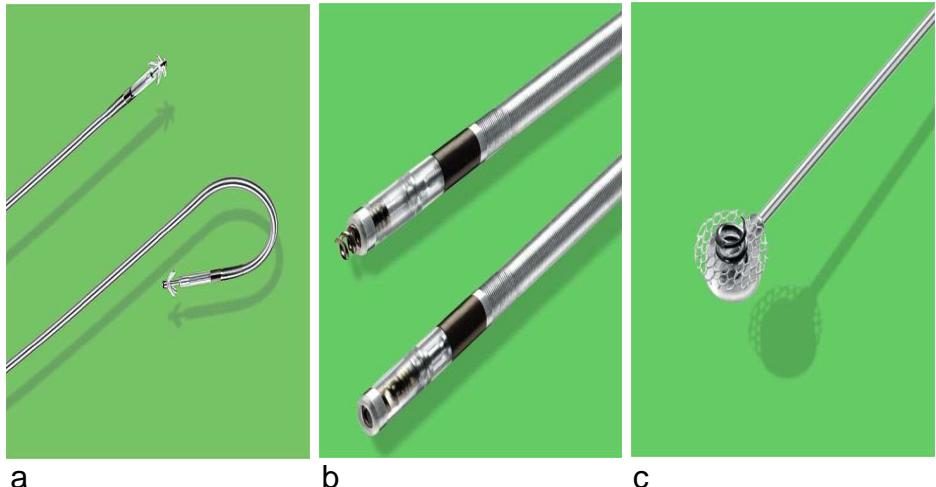
	<p>Schrittmacher wird durch ausreichende Eigenfrequenz unterdrückt], T = Trigger [Ventrikelstimulation wird durch herzeigene Vorhofaktion ausgelöst], D = Dual [Inhibition und Trigger]</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 4. Buchtsabe: Reagibel (R) = Schrittmacher reagiert mit der Impulshäufigkeit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

10.2. Defibrillatoren

Definition:	➤ 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.).
Einteilung:	➤ s. Herzschrittmacher
Indikationen:	➤ Herz-Kreislaufstillstand ➤ Ventrikuläre Tachykardie ➤ asymptomatischer Risikopatient
Symptome:	➤ siehe Herzschrittmacher, <u>zusätzlich</u> : ➤ Herzjagen ➤ Herzstolpern ➤ Embolie
Diagnostik:	➤ siehe Herzschrittmacher, <u>zusätzlich</u> : ➤ elektrophysiologische Untersuchung

10.3. Operative Therapie

Allgemeines	➤ 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.
--------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 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 ➤ die Implantation von Herzschrittmachern kann in aller Regel in Lokalanästhesie erfolgen, für die Implantation eines Defibrillators ist eine Allgemeinnarkose erforderlich
Elektroden	 <p>a b c</p>
	<p>Abb. 1: Elektrodentypen</p> <p>a: endokardiale Ankerelektrode = passive Fixierung b: endokardiale Schraubelektrode = aktive Fixierung c: epikardiale Schraubelektrode = aktive Fixierung</p>
Operativer Zugang	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 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 ➤ eine transvenöse Elektrode zur Stimulation der linken Herzkammer wird über die grosse Herzvene (Sinus coronarius, mündet im rechten Herzvorhof) implantiert ➤ alternativ kann eine linksventrikuläre Stimulationselektrode per linksseitiger anterolateraler Thorakotomie auf dem linken Ventrikel plaziert werden ➤ die epikardiale Implantation erfolgt durch einen subxiphoidalen Zugang, über den der rechte Herzvorhof und der rechte Ventrikel problemlos erreicht werden können ➤ das Aggregat wird unter dem grossen Brustmuskel (subpectoral) oder unter dem geraden Bauchmuskel (abdominell) plaziert

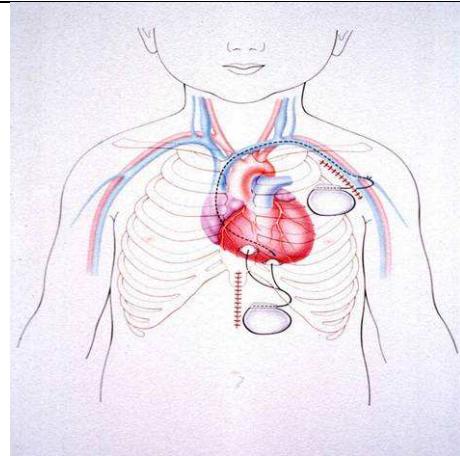


Abb. 2: transvenöser und epikardialer Zugang

Komplikationen

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

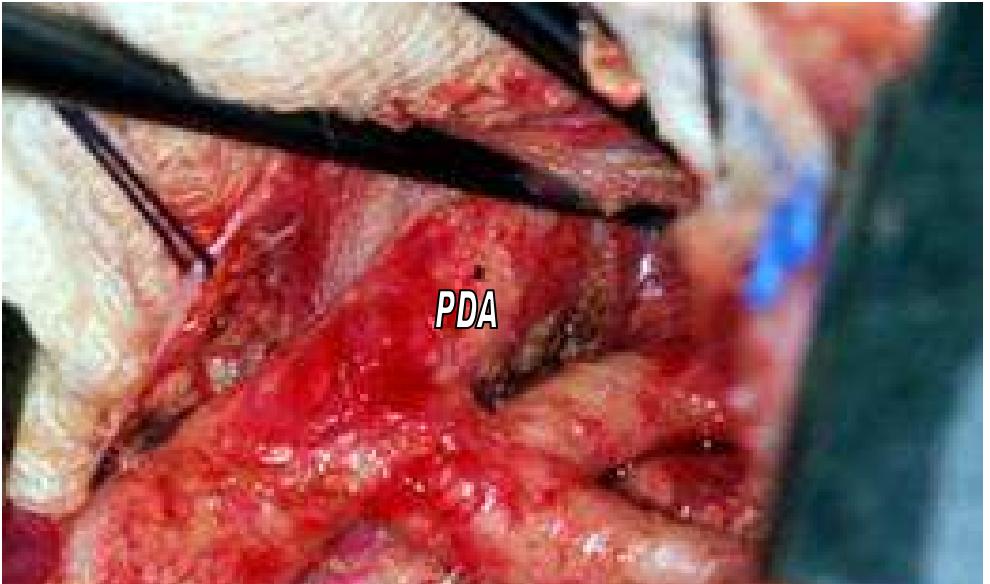


Abb. 3: Twiddler-Syndrom

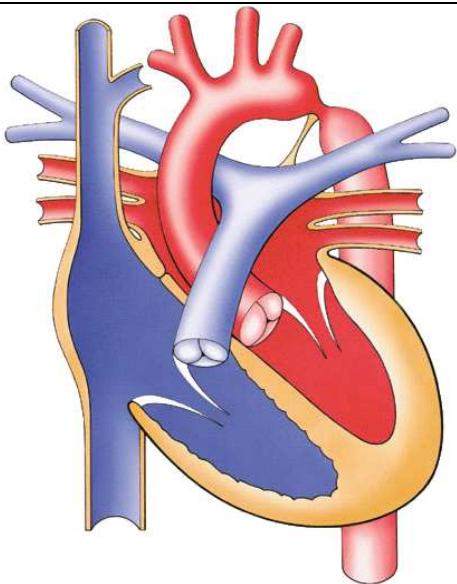
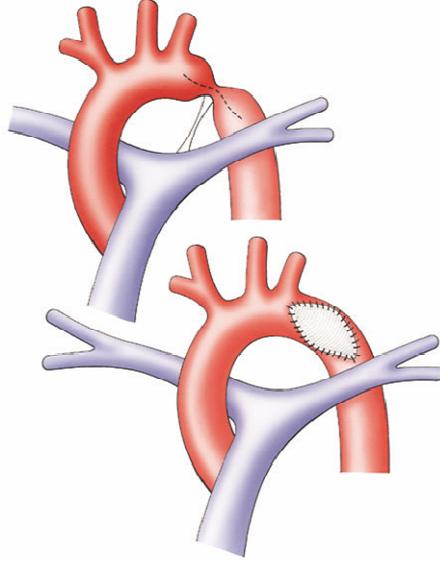
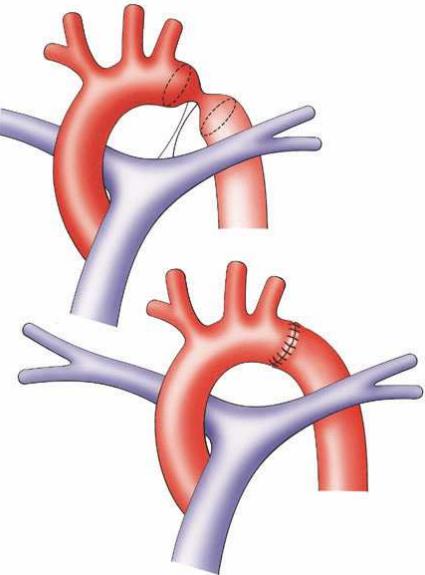
11. Angeborene Herzfehler und ihre operative Therapie

11.1. Nicht zyanotische Herzfehler

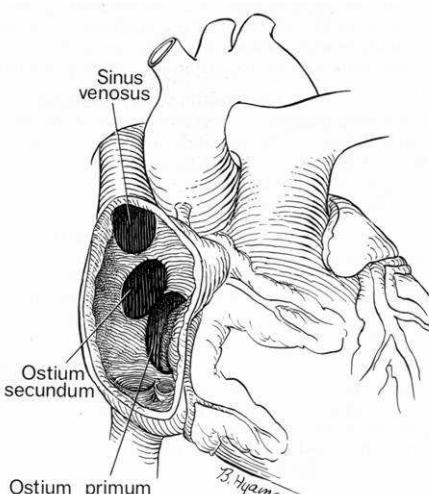
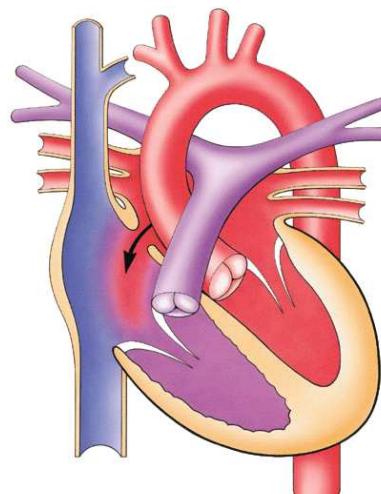
11.1.1. Persistierender Ductus arteriosus

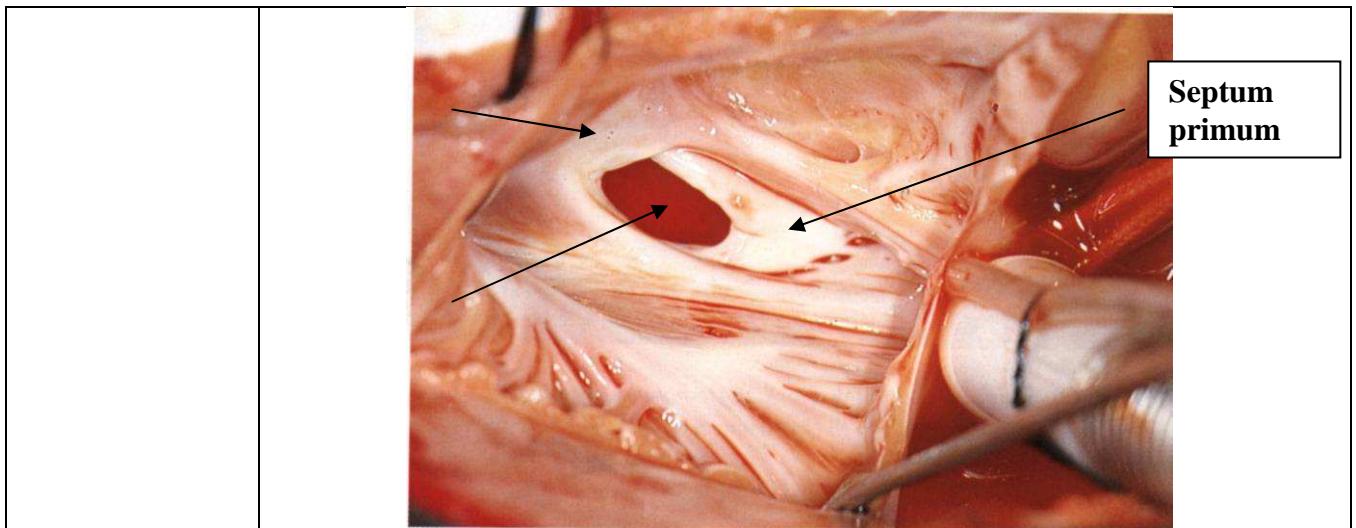
Definition:	<ul style="list-style-type: none">➤ Fehlende Obliteration des Ductus post partum
	
	Persistierender Ductus arteriosus (PDA)
Häufigkeit:	<ul style="list-style-type: none">➤ 1/200
Allgemeines:	<ul style="list-style-type: none">➤ Ductus-Verschluß durch fallenden PGE-Spiegel im Blut➤ Vasokonstriktion durch pO₂-Anstieg im Blut
Symptome:	<ul style="list-style-type: none">➤ Akutes Atemnotsyndrom➤ Herzinsuffizienz, Herzgeräusch
Therapie:	<ul style="list-style-type: none">➤ Medikamentös (Indometacin)➤ Interventionell (Schirm, Coil)➤ Thorakoskopisch (Gefäßclip)➤ Offen chirurgisch (3-fach Ligatur) über linksseitige Thorakotomie

11.1.2. Coarctatio aortae

Definition:	➤ Schwere Stenose der Aorta direkt distal des Abganges der linken Arteria subclavia	
Symptome:	➤ Manifestation der präduktalen Koarktation im Säuglingsalter mit kongestivem Herzversagen ➤ Manifestation der postduktalen Koarktation in der Kindheit mit einer Hypertonie der oberen Extremität	
Diagnostik:	 	
Operative Therapie:	 Patch-Erweiterungsplastik	 End-zu-End Resektion

11.1.3. Vorhofseptumdefekt

Definition:	➤ Defekt des Vorhofseptums mit Links-Rechts-Shunt
Formen:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Defekt des Ostium sekundum Je nach Größe Verschluß durch direkte Naht, Patch oder interventionell mit Schirmchen ➤ Defekt des Ostium primum (ggf. kombiniert mit Spaltbildung im vorderen Mitralklappensegel) Verschluß durch Patch, bei hämodynamisch bedeutsamer Insuffizienz der Mitralklappe Adaptationsnaht des vorderen Mitralklappensegels ➤ 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
Anatomie:	 <p>Topographie</p>  <p>Links-Rechts-Shunt</p>
Intraoperativer Situs:	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Septum secundum</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">ASD/PFO</div>



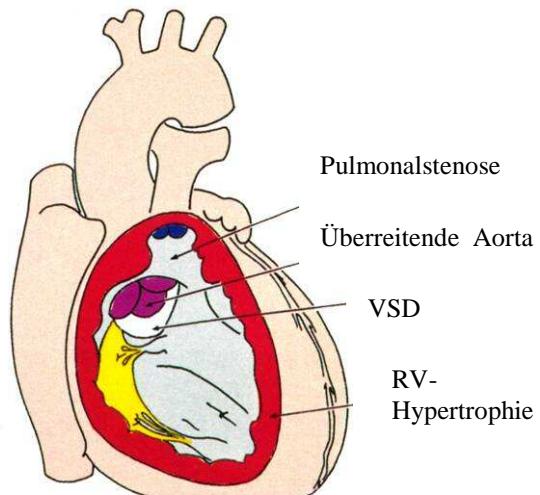
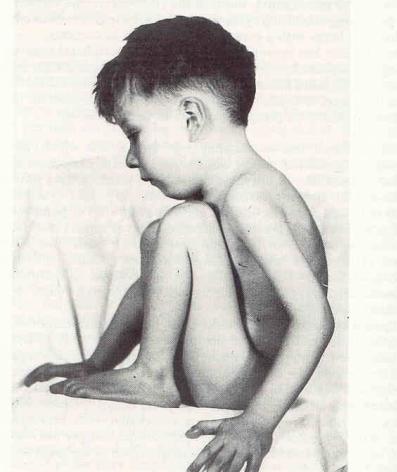
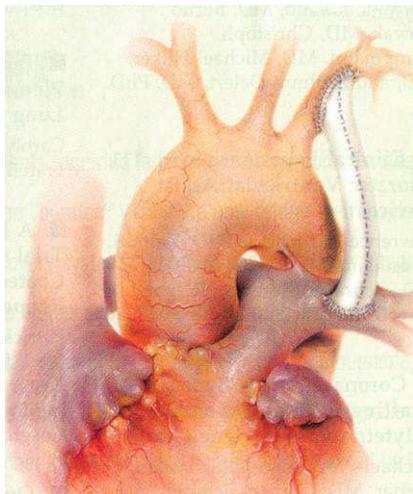
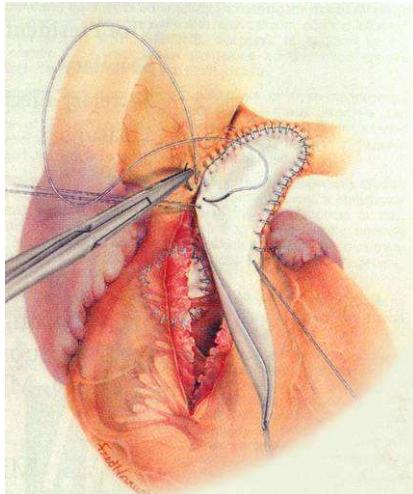
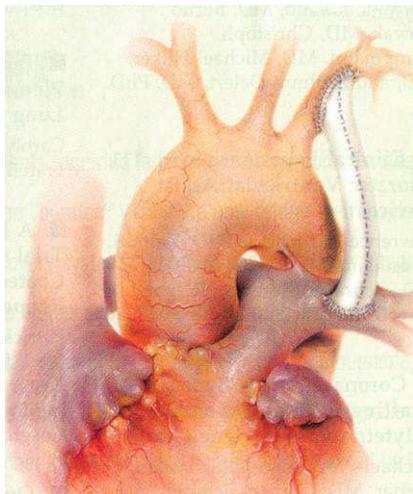
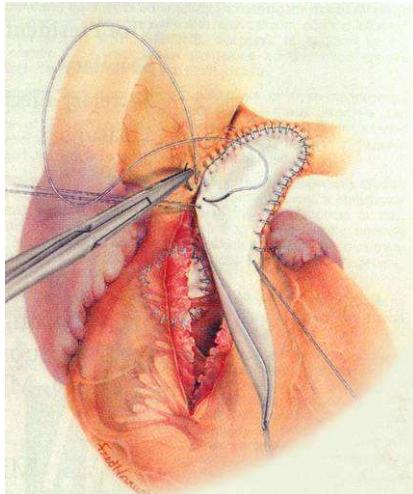
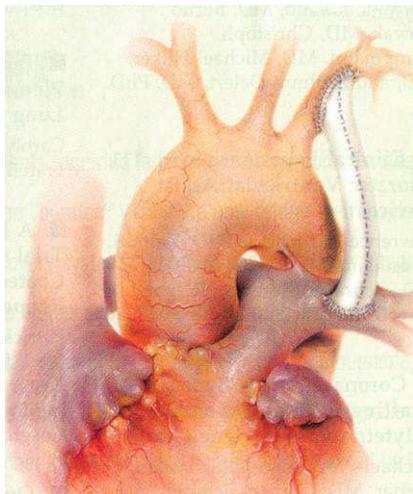
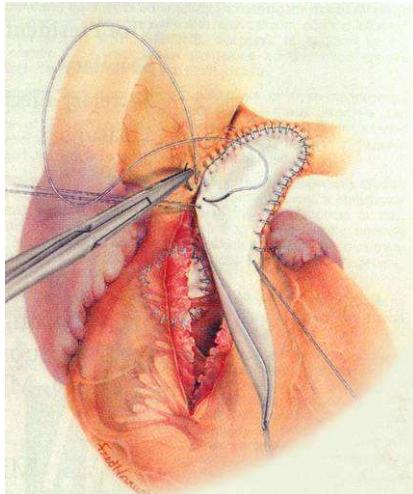
11.1.4. Ventrikelseptumdefekt

Definition:	➤ Defekt des Ventrikelseptums mit Links-Rechts-Shunt
Symptomatik:	➤ In Abhängigkeit von der Größe des Defektes und des Shunt-Volumens Herzinsuffizienz, Lungenödem, Entwicklungsverzögerung systolisches Herzgeräusch, rezidivierende pulmonale Infekte
Formen:	➤ Defekt des membranösen Septums Je nach Größe Verschluß durch direkte Naht oder Patch ➤ Defekt des muskulären Septums: einzeln oder multipel (Swiss cheese) Verschluß durch Patch
Anatomie:	<p>The diagram shows a cross-section of the heart. A red arrow points to a circular defect in the membranous part of the ventricular septum, labeled "Perimembranöser Ventrikelseptumdefekt". Another red arrow points to the AV node and its associated conduction system, labeled "AV-Knoten mit Reizleitungssystem". Below the diagram, the word "Topographie" is written.</p>

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

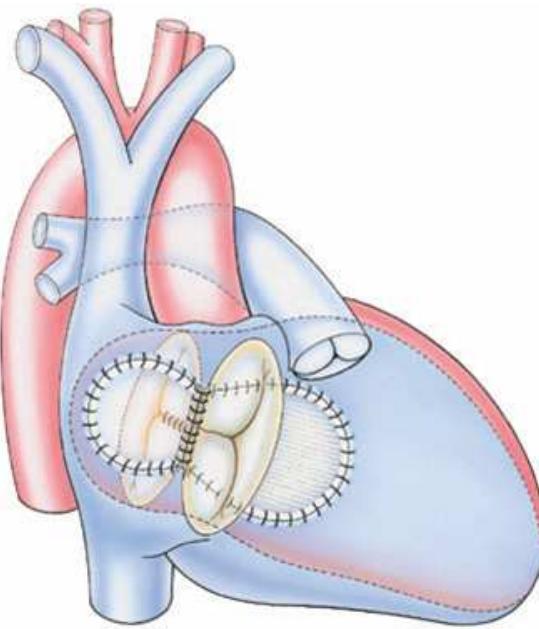
11.2. Zyanotische Herzfehler

11.2.1. Fallot'sche Tetralogie

Historie:	1672: Anatomische Beschreibung durch N. Stensen 1888: Beschreibung der Tetralogie durch Fallot 1970: Unterentwicklung des Konusseptums (Monologie) als Ursache der Fallot'schen Tetralogie durch Van Praagh				
Häufigkeit:	Ca. 10% aller angeborenen Herzfehler				
Symptome:	 <p>Pulmonalstenose Überreitende Aorta VSD RV-Hypertrophie</p>  <p>Kind mit Fallot'scher Tetralogie</p>				
	<p>Hockstellung zur Erhöhung des systemarteriellen Widerstandes und damit zur vermehrten pulmonalen Perfusion</p>				
Operative Therapie:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center; width: 50%;">Früher</th> <th style="text-align: center; width: 50%;">Heute</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">  <p>Palliation (Blalock-Taussig-Shunt)</p> </td> <td style="text-align: center;">  <p>Korrektur (VSD-Verschluß, Patcherweiterung)</p> </td> </tr> </table>	Früher	Heute	 <p>Palliation (Blalock-Taussig-Shunt)</p>	 <p>Korrektur (VSD-Verschluß, Patcherweiterung)</p>
Früher	Heute				
 <p>Palliation (Blalock-Taussig-Shunt)</p>	 <p>Korrektur (VSD-Verschluß, Patcherweiterung)</p>				

11.2.2. AV-Kanal

Definition:	➤ Der Vorhof-Kammer-Scheidewand-Defekt (Atrio-Ventrikulärer Septum Defekt, AVSD oder auch <u>Complettter-AV-Canal</u> , CAVC genannt)
Blutstrom:	➤ 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.
	Abb. 1: Anatomie AV-Kanal
Anatomie:	➤ Durch diesen großen Defekt in der Vorhof- und Kammerscheidewand haben die beiden Herzkappen, die den linken und rechten Vorhof von der linken und rechten Herzkammer trennen, keinen Halt an der Kammerscheidewand. Die beiden Kappen sind stattdessen mit einander zu einer gemeinsamen Klappe (GK) verschmolzen.
Pathophysiologie	➤ 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.
OP-Prinzip:	➤ Um diesen Herzfehler zu korrigieren, muss der Kammerscheidewanddefekt verschlossen werden. Am oberen Rand

	<p>des Defektes muss die gemeinsame Klappe (GK) an den Flicken angenäht werden. Anschließend muss der Vorhoftscheidewand Defekt ebenfalls mit einem Flicken verschlossen werden. Die Spaltbildung an der Mitralklappe wird ebenfalls mit einer adaptierenden Naht versorgt.</p> 
Abb. 2: Operation AV-Kanal mit 2-Patch-Technik	

11.2.3. Transposition der großen Arterien (TGA)

Definition:	➤ 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.
Blutstrom:	➤ 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 frustane 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.

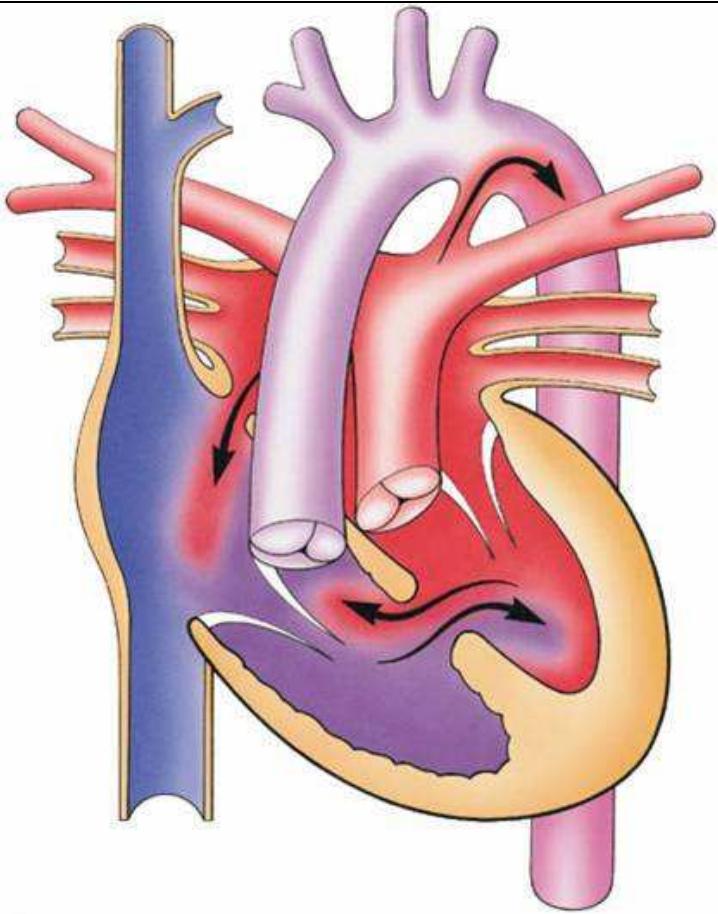


Abb. 3: Anatomie TGA

- 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

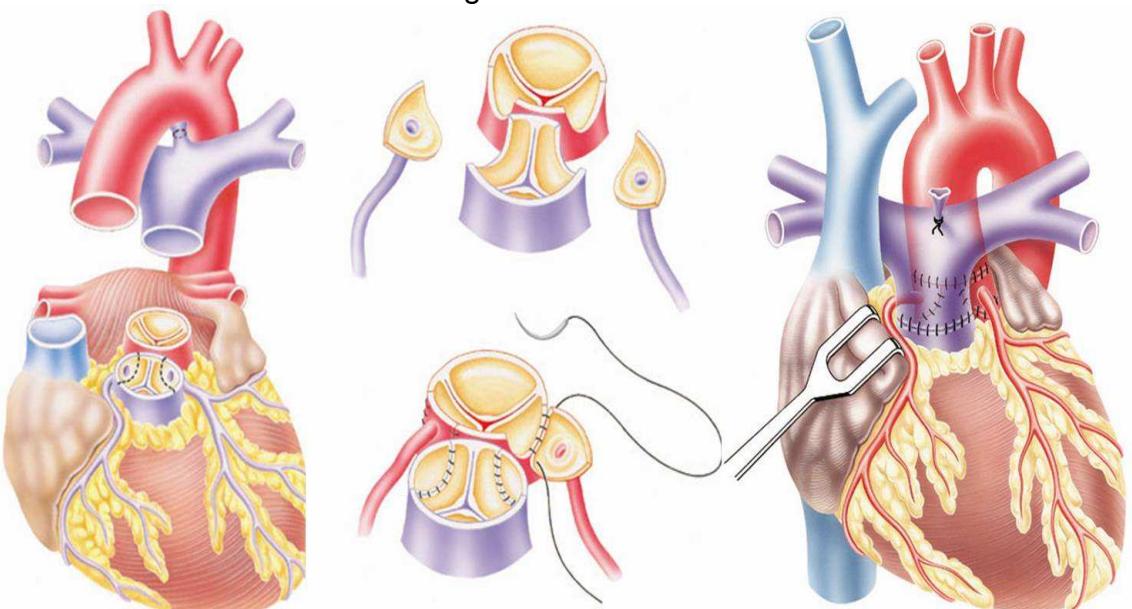


Abb. 4: Korrektur-OP bei TGA

11.2.4. Hypoplastisches Linksherzsyndrom

Definition	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 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. ➤ Lebensnotwendig ist in dieser Situation ein Defekt in der Vorhofscheidewand und ein offener Ductus arteriosus.
Blutstrom	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 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 Herzkrankgefäß, Gehirn, Leber, Nieren).
OP-Verfahren:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 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.
OP-Schritt 1	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Norwood-OP ➤ 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 Herzkrankgefäß. Die Lunge wird durch ein Kunststoffröhren (Shunt), das zwischen einem Nebenast der Körperschlagader und der Lungenschlagader eingesetzt wird, mit Blut versorgt.

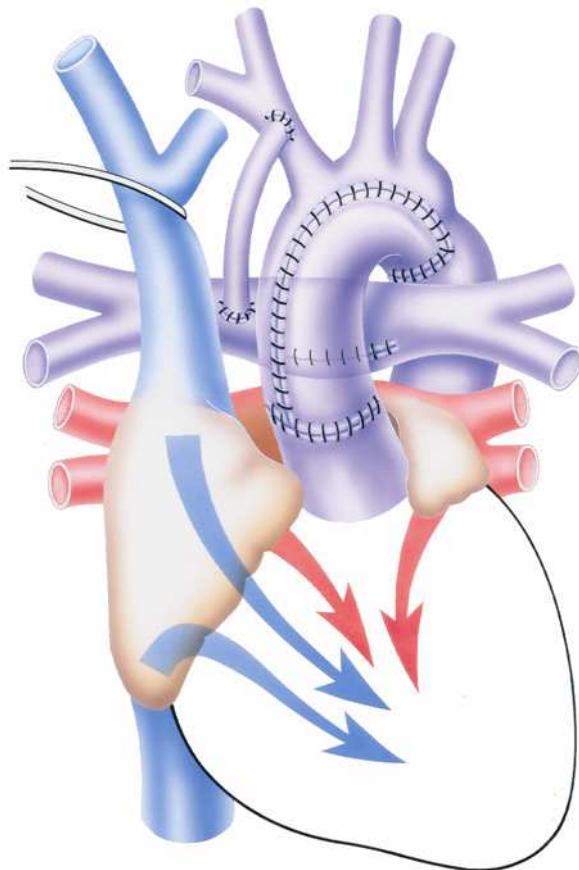


Abb. 5: Norwood-OP

OP-Schritt 2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hemifontan-Operation ➤ Hier wird eine Verbindung zwischen der oberen Hohlvene und der Lungenschlagader geschaffen und gleichzeitig das oben erwähnte Kunststoffröhrenchen 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.
--------------	--

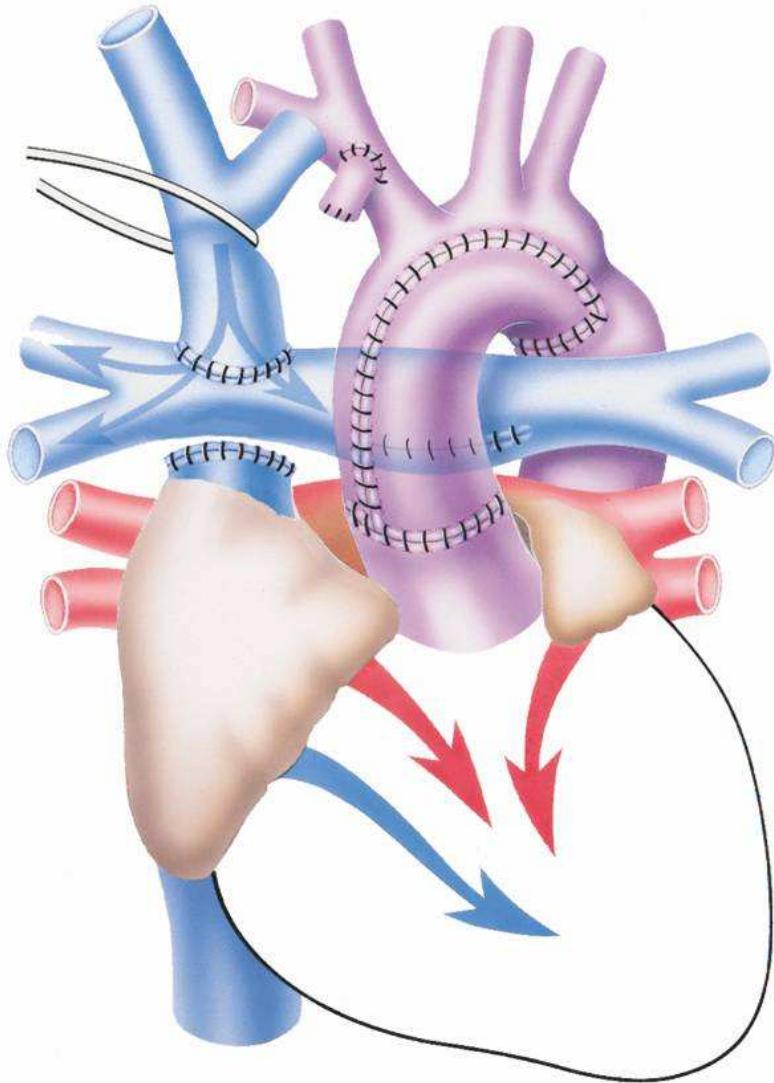


Abb. 6: Hemifontan-OP

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“

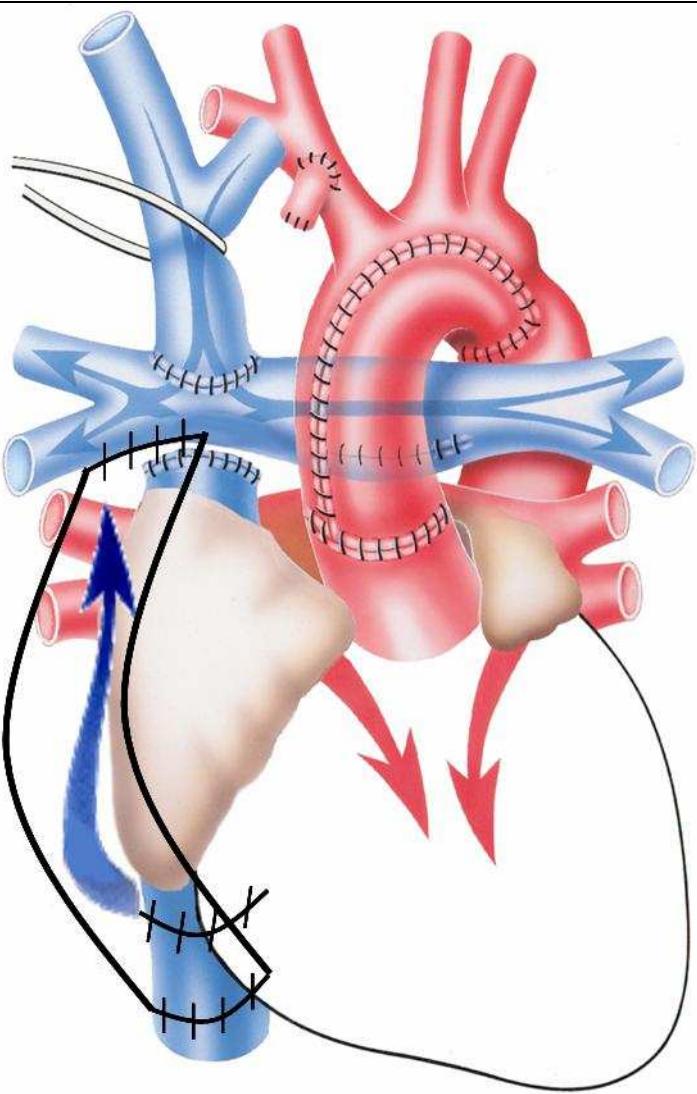


Abb. 7: Fontan-Komplettierung

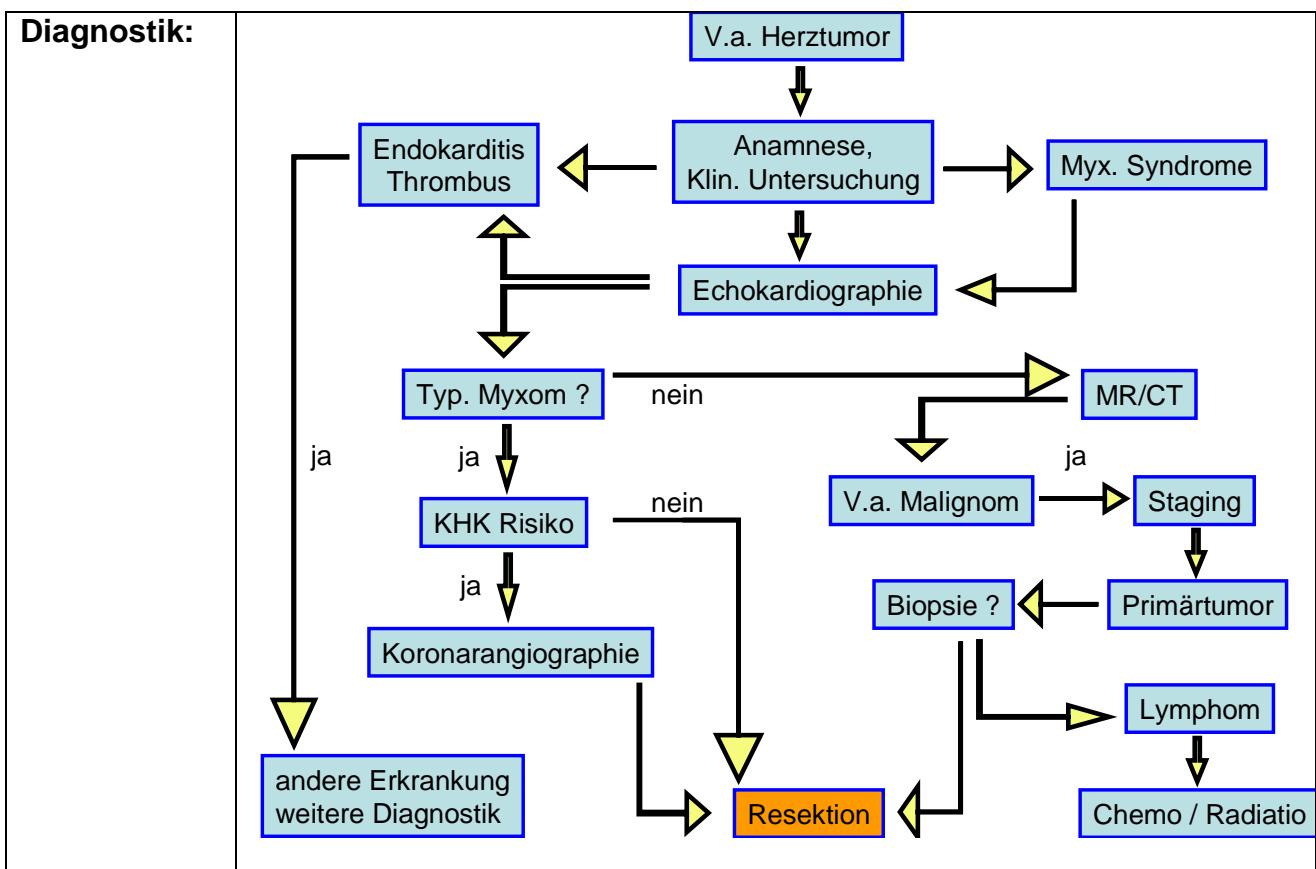
12. Herztumore und ihre operative Therapie

12.1. Allgemeines

Epidemiologie:	<ul style="list-style-type: none">➤ Primäre Herztumore sind selten, Häufigkeit variiert zwischen 0.0017 und 0,28% bei Autopsien.➤ Sekundäre Herztumore (Metastasen) werden bis zu 30fach häufiger als primäre Neubildungen des Herzens diagnostiziert	
Häufigkeit:	Gutartige Tumore	59,8%; n=319
	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%
	Lymphangioma	< 1,0%
	Zysten	16,7%; n=89
	Perikardiale Zyste	15,4%
	Bronchogene Zyste	1,3%
	Maligne Tumore	23,5%; n=125
	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%

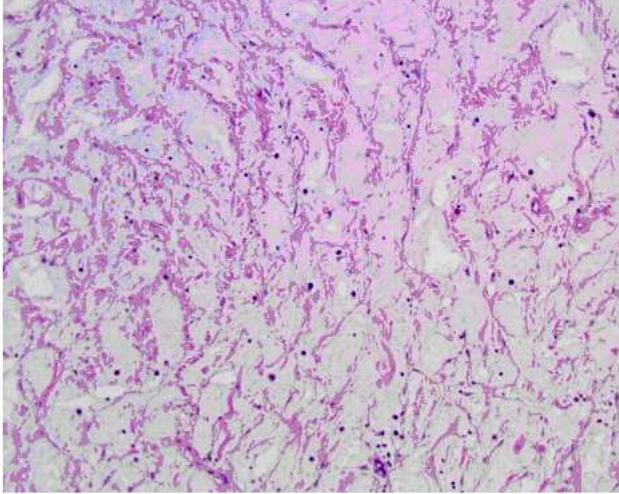
Klassifikation:	Gutartige Tumore des Herzens	Bösartige Tumore des Herzens
	Tumore unbekannter Histogenese	Sarkome
	Myxom	Angiosarkom
	Papilläres Fibroelastom	Malignes fibröses Histiozytom
	Tumore des Herzmuskels	Nicht klassifiziertes Sarkom
	Rhabdomyom	Myxosarkom
	Hamartom	Fibrosarkom
	Tumore des Bindegewebes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

Symptome:	Allgemein:	➤ Gewichtsverlust ➤ Schwäche ➤ Myalgien ➤ Fieber ➤ Raynaud ➤ Arthralgien ➤ Erytheme	Embolie:	➤ Schlaganfall ➤ Lungenembolie ➤ periph. Ischämie ➤ gekreuzte Embolie
	Obstruktion:	➤ Dyspnoe ➤ Synkopen ➤ Rückwärtsversagen ➤ Vorwärtsversagen ➤ Herzinsuffizienz ➤ Rhythmusstörungen	Infektion:	➤ Endokarditis ➤ Leukozytose



12.2. Myxome

➤ Allgemeines:	➤ Myxome sind gutartige Tumore des retikulären Bindegewebes ➤ sind mit 40-70 Prozent aller kardialen Neubildungen die am häufigsten vorkommenden primären Herztumore ➤ treten bevorzugt im dritten bis fünften Lebensjahrzehnt auf ➤ Auch im Kindesalter kommen Myxome vor, machen in dieser Altergruppe jedoch nur 10% der benignen Tumore aus ➤ finden sich in über drei Viertel der Fälle im linken Atrium, wo sie
----------------	---

	<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"> ➤ Bei bis zu 5% der dann meist jüngeren Patienten wurde das multiple Auftreten von Myxomen im Zusammenhang mit verschiedenen Syndromen beschrieben ➤ Das LAMB-Syndrom beispielsweise geht mit einer Lentiginosis, blauen Naevi und kutanen Myxomen einher. ➤ Generell wird den Myxomen eine enorme Wachstumstendenz nachgesagt.
Makroskopie:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 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. 
	<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"> ➤ Das Ziel einer jeden Myxomentfernung ist die vollständige Resektion des Tumors incl. des Anteils der Herzwand, der den Stiel des Tumors trägt. ➤ Sämtliche Herzhöhlen müssen inspiziert werden. ➤ Im Rahmen der Operation muss besonders vorsichtig vorgegangen werden, um keine Tumorzellen zu streuen.

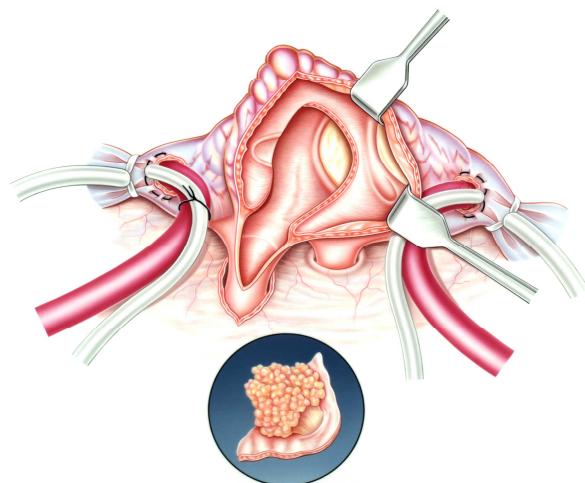


Abb. 3: OP-Situs nach Entfernung eines linksatrialen Myxoms

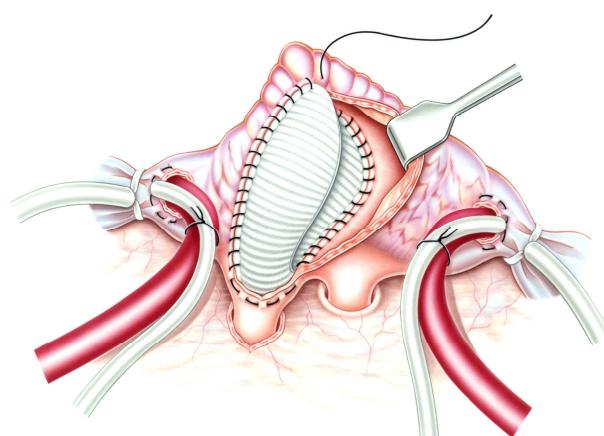
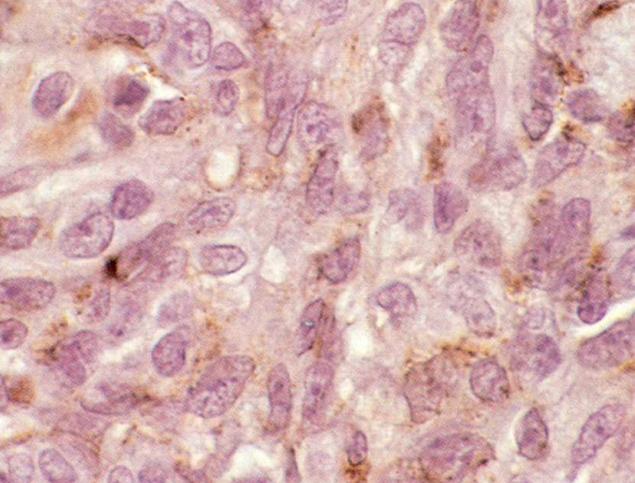


Abb. 4: der entstandene Defekt wird mit einem Dacron ®-Flicken wieder verschlossen

12.3. primär maligne Tumore

Allgemeines:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 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. ➤ 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. ➤ 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 ➤ 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
--------------	--

	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 hyperchromatinen Kernen, häufigen mitotischen Figuren unterschiedlicher Stadien, einigen Riesenzellen und ausgeprägten Nekrosebereichen. Die Zellen besitzen ein blasses eosinophiles Zytoplasma. Die abnormalen Proliferationen maligner Endothelzellformen bilden vaskuläre Strukturen:</p>
Op-Technik:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Das Ziel einer jeden Operation ist die radikale vollständige Entfernung des Tumors ➤ 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. ➤ 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. ➤ Ist es innerhalb des Körpers nicht möglich, die Resektion komplett

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.

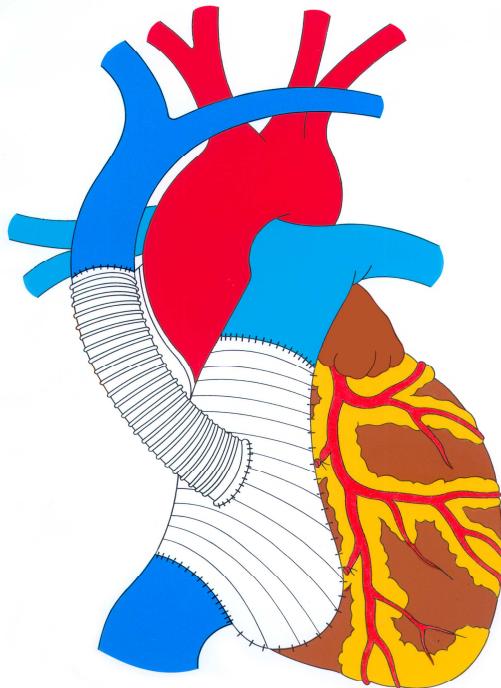


Abb. 6: Rekonstruktion der rechten Herzkammer im Sinne einer Fontan-Zirkulation

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.

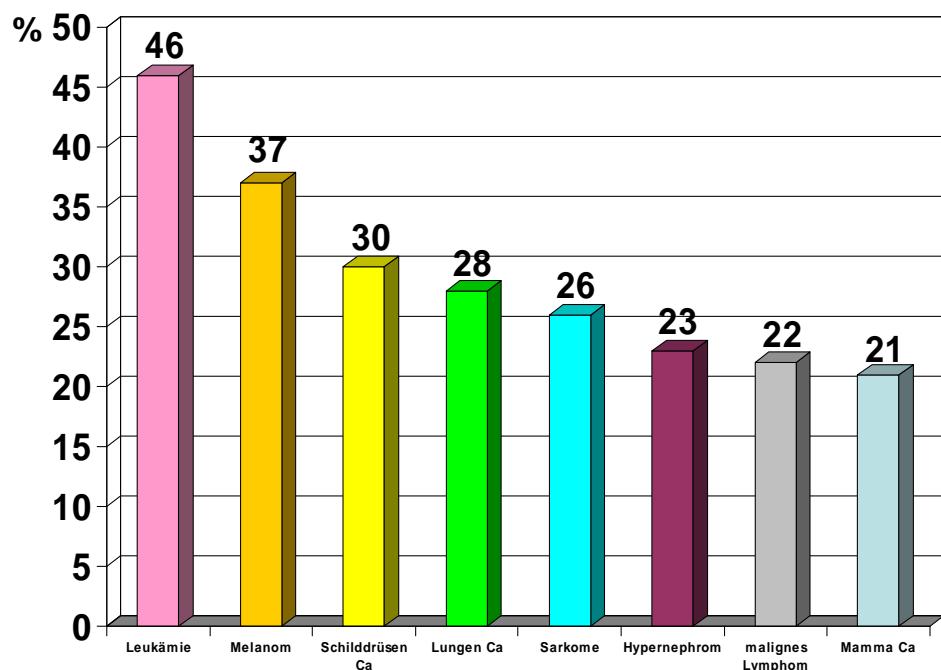


Abb. 7: Häufigkeit kardialer Metastasen in Abhängigkeit vom Primärtumor

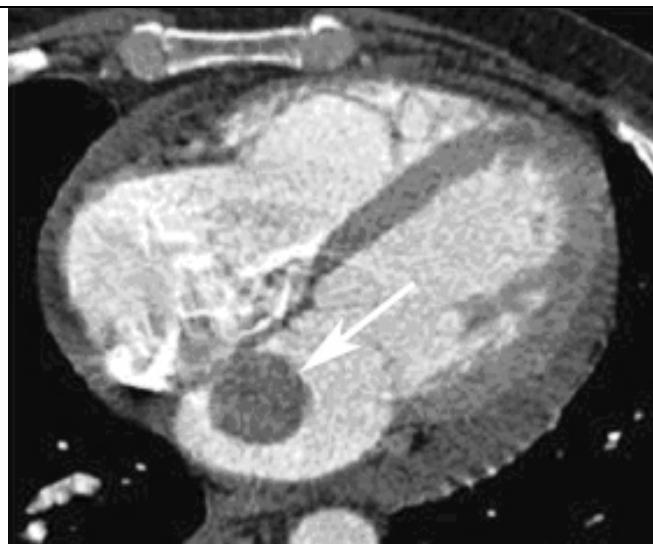


Abb. 8: Melanommetastase im CT

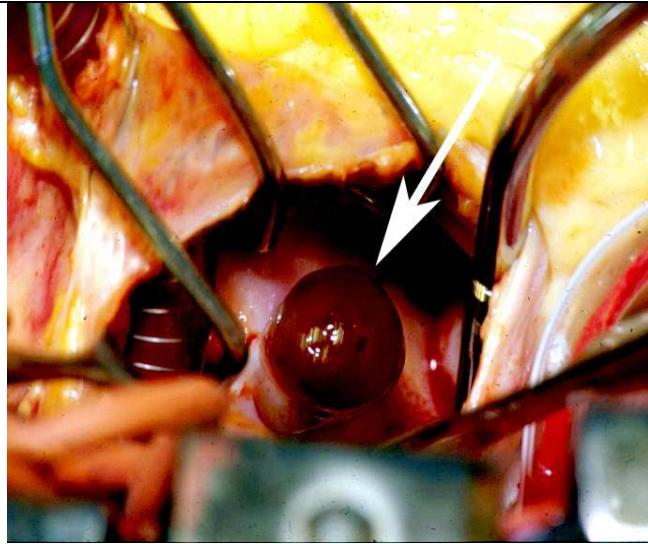
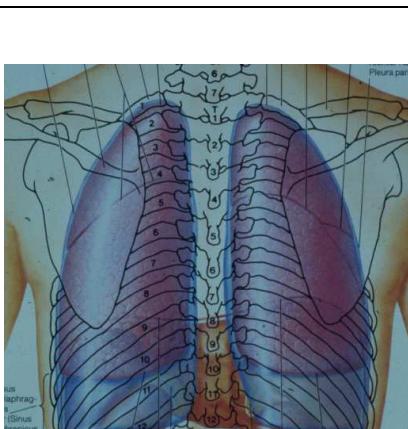


Abb. 9: der korrespondierende intraoperative Befund

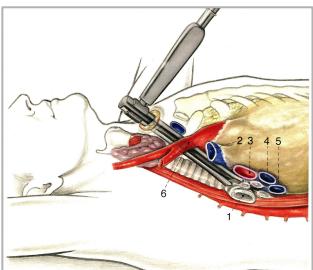
Operation:	<ul style="list-style-type: none">➤ Die operative Therapie besteht wie bei den anderen Herzgeschwüsten auch in einer vollständigen Resektion des pathologischen Gewebes und einer evtl. Rekonstruktion des entstandenen Defekts.
------------	--

13. THORAXCHIRURGIE

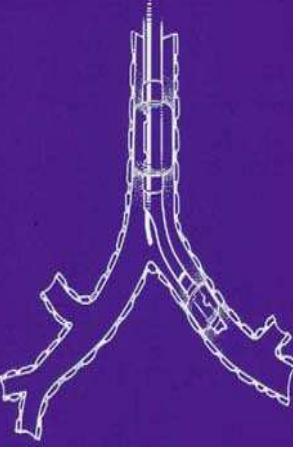
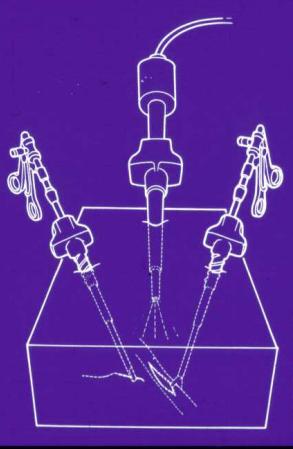
Definition:	Operative Therapie sämtlicher angeborener und erworbener Erkrankungen der Lunge, der Pleura, der Brustwand und des Mediastinums; die onkologischen Erkrankungen des Thorax stehen hierbei eindeutig im Vordergrund.
Operatives Spektrum:	Pleura- und Lungenerkrankungen; Neoplasien von <u>Lunge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

13.1. Allgemeine und spezielle thoraxchirurgische Diagnostik

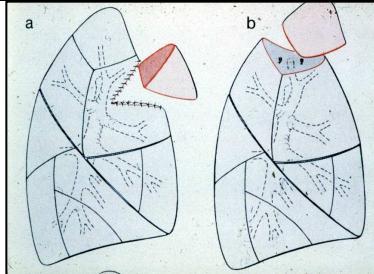
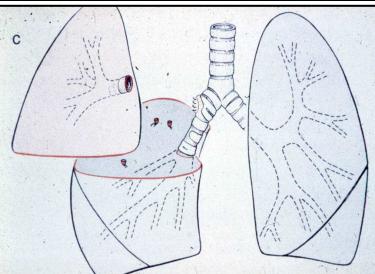
Typische Symptome bei Thoraxerkrankungen	➤ Husten, Auswurf, Dyspnoe, Schmerzen, Heiserkeit, Fieber, Gewichtsabnahme, Leistungsknick oder keine Symptome !!
Diagnostik - allgemein -	➤ physikalische Krankenuntersuchung Inspektion, Palpation (LK-Stationen), Perkussion, Auskultation (Atemgeräusch, -nebengeräusche,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

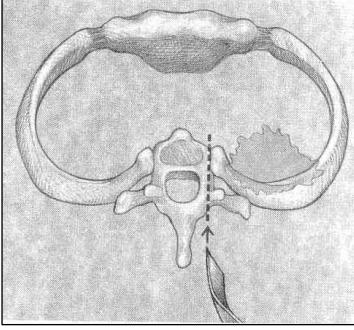
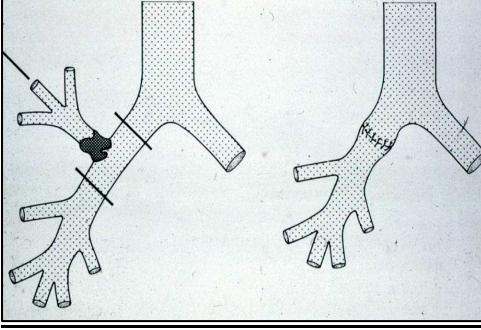
	<p>Angiographie o. Angio-Thorax-CT</p> <p>➤ Laboruntersuchungen Blutbild, BSG, Tumormarker, Sputum</p>
	<p>➤ Lungenfunktionsprüfung Spirometrie, Bodyplethysmographie, BGA (Ruhe/Belastung), Spiroergometrie, Druckmessung (A.Pulmonalis-Kreislauf)</p>
	<p>➤ Nuklearmedizinische Untersuchungen Ventilations-/ Perfusionsszintigraphie (qualitativ, quantitativ) PositronenEmissionsTomographie (PET), Knochenszintigraphie (siehe Staging)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Staging-Untersuchungen (bei Malignom-Verdacht / oder – Nachweis (aktuell), o. bekanntem Malignom) Abdomen-Sonographie/ -CT, Craniales-CT, Knochenszintigraphie, evtl.FDG-PET Evtl. Ösophagoskopie, bei fragl.Wandinfiltration (Endo-Sono)
Spezielle Diagnostik - speziell – thoraxchirurgisch , z.T. operativ	<p>➤ Bronchoskopie (Diagnostik und evtl. Therapie):</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Durchführung meist mit flexiblem Bronchoskop (direkt o. über Tubus/Technik n. Ikeda) in Lokalanästhesie; weniger häufig, (insbes. interventionell) mit starrem Bronchoskop in Allg.Narkose ◆ Biopsie/PE suspekter Gewebe (endo-tracheobronchial und Lunge transbronchial), Stufen-PE ◆ Bürstenabstriche (Cytologie, Mikrobiologie) ◆ Abtragung kleiner Schleimhautläsionen / -tumore ◆ Blutstillung / Tamponade ◆ Lasertherapie endobronchialer Tumore ◆ Fremdkörperextraktion ◆ gezielte Einlage v. Strahlenquellen (Afterloadingtherapie) <p>➤ Mediastinoskopie/ Mediastinostomie:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Zugang zervikal via Jugulum, seltener parasternal ◆ Exploration / PE unklarer Lymphknoten / Lymphome im vorderen Mediastinum (z.B. paratracheal, tracheobronchial, bifurkal) und aortopulmonales Fenster (Klärung Dignität, entzündliche Genese) ◆ Staging beim Bronchialkarzinom (systematische Exploration/LK-PE d. vorderen Mediastinum) ◆ PE unklarer Mediastinaltumore (Klärung Therapieoption) <p>➤ Thorakoskopie (konventionell o. videoassistiert):</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ direkt / Einloch-Technik (heute selten) in Lokalanästhesie oder ◆ videoassistiert / Videoassisted Thoracic Surgery  <p>Abb. 2 Zervikale Mediastinoskopie</p>

 <p>Abb. 3 „Einloch-Thorakoskopie“</p>	<p>(VATS): meist in Dreiloch-Technik in Allgemeinnarkose, und Doppel-lumenintubation (>seitengetrennte Ventilation möglich, erforderlich)</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ visuelle Exploration der Thoraxhöhle mit oberflächlichen Organstrukturen, z.B. Lungenoberfläche (Pleura visceralis) und der Pleura parietalis, gezielte PE-Entnahme <p>➤ MIC-Thorakoskopie (Minimal Invasive Chirurgie)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 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. <p>➤ Explorative Thorakotomie</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Offene Biopsie, manuelle Exploration, Klärung der lokalen und technischen Operabilität ◆ Indikation: erst nach Ausschöpfung sämtlicher o.g. weniger invasiver thoraxchirurg. Diagnostik-Verfahren
---	--

 <p>Abb. 4 Doppel-Lumen-Tubus</p>	 <p>➤ <u>Videoassistierte Thorakoskopie:</u> Abb. 5 Schema</p>	 <p>Abb. 6 Patient in Seitenlage</p>
--	---	--

13.2. Operative Therapie – Resektionsverfahren der Lunge

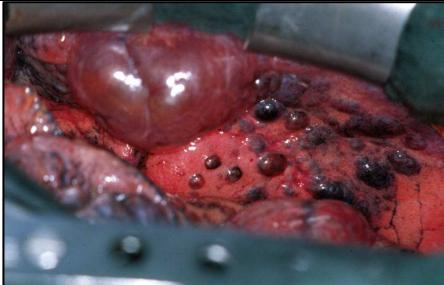
Zugangswege zum Thorax:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Videoassistierte Thorakoskopie (VATS) ➤ posterolaterale Thorakotomie (Standard) ➤ Anterolaterale o. axilläre Thorakotomie (eher Ausnahme) ➤ Mediane Sternotomie (insbesondere bei Metastasen) mit Exploration beider Lungen und Thoraxhöhlen. ➤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

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

13.3. Benigne Lungenerkrankungen, Fehlbildungen, Entzündungen

Bronchogene	
Zyste	
Definition:	Pathologische embryonale Ausknospungen des Bronchialsystems
Häufigkeit:	➤ selten
Symptome:	➤ i.d.R. asymptomatisch ➤ bei Anschluß an das Tracheobronchialsystem Infektion und Hämoptysen möglich
Indikation / Therapie:	➤ operative Therapie bei Symptomen und Größenzunahme ➤ Tumorverdacht (Ausschluß Neoplasie)

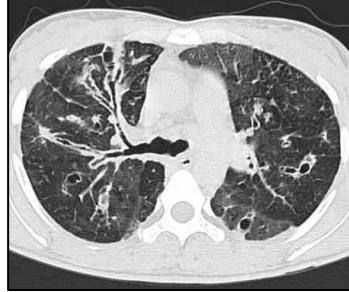
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zugang via MIC-THSK oder Thorakotomie (nach Lokalisation) ➤ Ziel: möglichst Zysten-bzw. „Tumor“-Exstirpation in toto
--	---

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

Pathogenese:	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
Symptome:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Belastungsdyspnoe, z.T. Ruhedyspnoe (ggfls.O2-Therapie) ➤ Husten, auswurf ➤ Zyanose ➤ In fortgeschr.Stadium > Muskuläre Schwäche (bis Immobilität) ➤ Abb. 15 Emphysem-Typen: „pink puffer“ und „blue bloater“ <p>Das Diagramm zeigt zwei Haupttypen des Emphysems: den "Pink Puffer" und den "Blue Bather". Der "Pink Puffer" ist ein älterer Herr, der auf einem Stuhl sitzt und hustet. Er hat eine Dyspnoe (Atemnot) und eine akute respiratorische Infektion (URI). Ein Pfeil führt von ihm zu einer anderen Person, die ebenfalls hustet und eine Dyspnoe hat. Beide Personen haben eine rezidivierende respiratorische Infektion (RECURRENT RESPIRATORY INFECTION). Ein weiterer Pfeil führt zu einer Person, die in einem Bett liegt und eine respiratorische Insuffizienz (RESPIRATORY INSUFFICIENCY) hat. Von dieser Person führt ein Pfeil zu einer Tasche mit Sauerstoffflaschen. Der "Blue Bather" ist ein älterer Herr, der ebenfalls hustet und eine Dyspnoe hat. Er hat eine Cyanose (Zyanose) und eine akute respiratorische Infektion (URI). Ein Pfeil führt von ihm zu einer anderen Person, die ebenfalls hustet und eine Dyspnoe hat. Beide Personen haben eine rezidivierende respiratorische Infektion (RECURRENT RESPIRATORY INFECTION) und eine Cyanose.</p>
Diagnostik:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lungenfunktion (FEV 1, TLC, RV, Oximetrie, DLCO, Atemarbeit) ➤ Röntgen-Thorax (in max. Inspiration / Expiration), ggfls. mit Durchleuchtung (Zwerchfell-Beweglichkeit), ➤ Thorax-CT, HRCT ("Goldstandard", Dichtebestimmung in verschiedenen Lungenarealen, ➤ Ventilations- und Perfusionsszintigraphie (qualitativ + quantitativ) ➤ Rechtsherzkatheter mit Druckmessung im Lungenkreislauf
OP-Indikation:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Entscheidend für Langzeiterfolg ! ➤ Kriterien (u.a.): <ul style="list-style-type: none"> ○ Lufu (bes. FEV1), Gehtest, Respirat. Partial- o. Globalinsuffizienz ○ Morphologie: Lungen-Emphysem (Thorax-CT) heterogen / OL-beton
Operative Therapie:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lungen-Volumen-Reduktions-Chirurgie (LVRS), ➤ bedeutet: Keil-/o.Segment-Resektionen der besonders überblähten / destruierten Lungenareale (evtl. auch Lobektomie). ➤ präoperative Rehabilitation (essentiell für Therapieerfolg)
Zugänge:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Med.Sternotomie (bds.LVRS, simultan) ➤ MIC-Thorakoskopie (einseitig – zweizeitig vs. Beidseits -

	einzeitig) ➤ Laterale Thorakotomie (selten), s.o.
--	--

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

<u>Bronchiektasien</u>		
Definition:	➤ 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	
Pathogenese:	➤ angeborene Schwäche der Bronchuswand (gehäuft bei Mucoviszidose und Kartagener Syndrom) ➤ erworbene zylindrische oder sackförmige Erweiterungen der Bronchien durch chronische Infektion mit Destruktion der Bronchuswand	
Symptome:	➤ Rezidiv.bronchiale Infekte, evtl. Pneumonie ➤ Eitrige Expektoration (z.T. morgendlich eine Tasse voll Pus) ➤ Dyspnoe, Leistungsschwäche (bei fortgeschr.Erkrankung)	
Diagnostik:	➤ Auskultation (RG's), Rö-Thorax (Verschattungen), Bronchographie (beweisend), Bronchoskopie, Sputumuntersuchungen (Antibiogramm)	
		
	Abb. 16 Bronchographie Abb. 17 Thorax-CT	

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

13.4. Tumorerkrankungen der Lunge

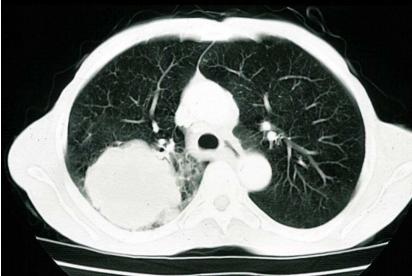
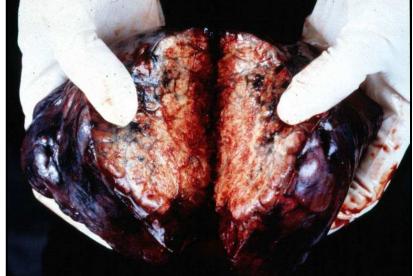
Benigne Tumore	Chondrome, Hamartome, Fibrome, Tuberkulome
Symptome:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Husten ➤ i.d. Regel keine, Rundherd / Tumor als Zufallsbefund
Diagnostik:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Rö-Thorax, Thorax-CT ➤ Bronchoskopie
	 <p>Abb. 18 Großes Chondrom li. Oberlappen (TCT)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

	Abb. 19 Thorax-CT Großes Plattenepithel-Ca re. Lungenoberlappen	Abb. 20 OP-Resektat re.OL
Epidemiologie	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 98% aller Lungentumore sind Bronchialkarzinome, ➤ häufigste Krebs-Todesursache beim Mann, 3. häufigste bei der Frau (in den westlichen Industrienationen) ➤ häufigster maligner Tumor des Mannes, mit steigender Inzidenz bei Frauen; Häufigkeitsgipfel zw. dem 50. u. 60. Lebensjahr ➤ Zunahme bis 2010 um 30% 	
Ursache:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Inhalationskarzinogene, v. a. im Tabakrauch (Raucher sind 10-20mal häufiger betroffen als Nichtraucher) ➤ Asbest, Arsen, radioaktive Stoffe (Uranbergbau) 	
Symptome:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Husten, evtl. Hämoptysen ➤ „Chronische Bronchitis“ ➤ abhängig von Lokalisation u. Größe des Tumors: später Leistungsknick, Gewichtsverlust, Nachtschweiß, Fieber, Thoraxschmerzen, Dyspnoe, ➤ evtl. poststenotische Pneumonien; Rekurrensparese (bei Infiltration ins Mediastinum), Horner-Syndrom (bei Pancoast-Tumor), Vena-cava-superior-Syndrom, verschiedene paraneoplastische Syndrome 	
Diagnostik (siehe Kap. 1):	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Anamnese (Co-Morbidität ?) ➤ Untersuchung, incl. LK-Stationen (supraclavikulär) ➤ <u>Lokalisation / Ausbreitung</u>: Rö-Thorax i.2 Ebenen, Thorax-CT, evtl. DL, Ösophagus-Breischluck o. Ösophagoskopie ➤ <u>Dignität / Histologie</u>: Sputum, Bronchoskopie ➤ <u>Funktionelle Operabilität</u>: Lungenfunktion (FEV₁ >2,5l bei vorgesehener Pneumonektomie, >1,75l bei Lobektomie, >1,5l bei Segmentresektion), Ekg/Echo, V/Q-Szintigraphie ➤ <u>Staging</u>: Abdomen-CT, Kopf-CT (besser –MRT), Knochenszintigraphie; neu: PET o. PET-CT (Cave: Kosten) 	
Operative Diagnostik:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mediastinoskopie: Exploration d. Mediastinum, LK-Status ➤ MIC-Thorakoskopie: s.o. (MESK), zusätzl. Klärung technische u. lokale Operabilität 	
Pathologie:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nicht-kleinzellig (NSCLC) vs. Kleinzellig (SCLC) ➤ NSCLC (non-small-cell-lung-cancer): Plattenepithel-Ca, Adeno-Ca, Großzelliges Ca, Mischformen 	
	➤	
Therapiekonzept	Nach Komplettierung der o.g. Diagnostik:	
Allgemeines:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Indikation unter Respekt d. Histologie, Stadium, Funktion, Co-Morbidität d. Patienten ➤ Definition d. Tumorstadium (UICC) nach TNM (s.u.) <ul style="list-style-type: none"> · T - Tumorgröße/ - infiltration · N - LK- bzw. Nodal-Status, -Befall · M - Metastasen ➤ Primär operativ > Stadium I-II 	
Therapie-Indikation		

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ multimodal > Stadium IIIa u. IIIb (in Studien auch Stadium II) ➤ palliativ (i.d.Regel nicht operativ) > Stadium IV 																								
	<table border="1"> <tr> <td>T</td><td>Tumogröße / - Infiltration</td></tr> <tr> <td>TX</td><td>positive Zytologie</td></tr> <tr> <td>T1</td><td>< 3 cm</td></tr> <tr> <td>T2</td><td>> 3 cm, Ausbreitung in Hilusregion, Invasion von viszeraler Pleura, partielle Atelektase</td></tr> <tr> <td>T3</td><td>Zentraler Hauptbronchus < 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>N</td><td>LK-Befall / - metastasierung</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>M0</td><td>keine Fernmetastasen</td></tr> <tr> <td>M1</td><td>Fernmetastasen</td></tr> </table>	T	Tumogröße / - Infiltration	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	N	LK-Befall / - metastasierung	N1	peribronchiale, ipsilaterale hiläre Lymphknoten	N2	ipsilaterale mediastinale Lymphknoten	N3	kontralaterale mediastinale, Skalenus- oder supraklavikuläre Lymphknoten	M0	keine Fernmetastasen	M1	Fernmetastasen
T	Tumogröße / - Infiltration																								
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																								
N	LK-Befall / - metastasierung																								
N1	peribronchiale, ipsilaterale hiläre Lymphknoten																								
N2	ipsilaterale mediastinale Lymphknoten																								
N3	kontralaterale mediastinale, Skalenus- oder supraklavikuläre Lymphknoten																								
M0	keine Fernmetastasen																								
M1	Fernmetastasen																								
	<p>➤ Tab.: TNM-Klassifizierung d. Bronchialkarzinoms</p>																								
<h3>Operative Therapie:</h3> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Standardresektion via posterolateraler Thorakotomie: <ul style="list-style-type: none"> ○ Lobektomie ○ Bilobektomie ○ Pneumektomie ○ (Ausnahme: Keil- o. Segmentresektion, bei marginaler Lufu) mit systematischer Lymphadenektomie !! ➤ Erweiterte Resektionsverfahren <ul style="list-style-type: none"> ○ Bronchusmanschetten-Resektion ○ Intraperikardiale Gefäßversorgung (Pulm.Art., Pulm.Vene) ○ Brustwandresektion ○ PA-Manschetten-Resektion <p>relativ selten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Ösophagus-TeilResektion ○ Zwerchfell-TeilResektion 																								

Ergebnisse:

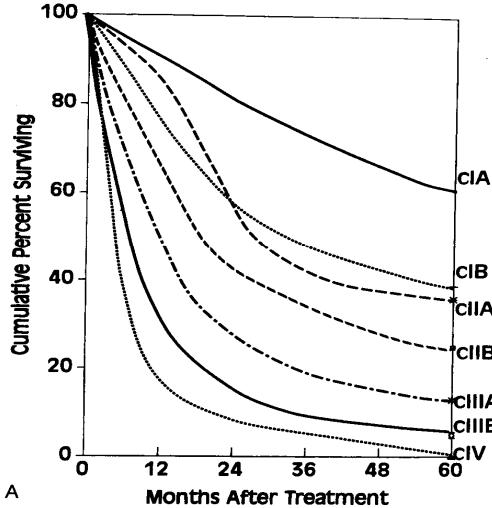


Abb. 22: Überleben nach Tumorstadium (nach Mountain, 1999)

Nachsorge / Follow-up	<ul style="list-style-type: none"> ➤ in jedem Fall erforderlich ! (auch bei Inoperabilität) ➤ im 1.-3. Jahr 3-monatlich, bis 5.Jahr 6-monatlich, ab 6. Jahr jährlich
Prognose	<ul style="list-style-type: none"> ➤ im Stadium I gut, im Stadium II mäßig, ab Stadium III ungünstig ➤ neue multimodale Therapiekonzepte im Stadium III > ÜL-Verbesserung ➤ Prävention: AntiRaucherkampagnen.

Maligne Tumore - sekundäre -	Lungenmetastasen (Lungenfiliae)
Prinzipien:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Primarius kurativ therapiert, kein Rezidiv ➤ Operabilität gegeben (technisch und funktionell) ➤ Therapie häufig multimodal
Indikationen (diagnostisch, therapeutisch; kurativ, palliativ):	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Unklare Läsion/en (Z.n.NPL) ➤ Solitäre Filiae ➤ Multiple Filiae ➤ Resektion zur Therapiekontrolle ➤ Resektion zur Tumorreduktion, Rezeptorstatus, Vaccineherstellung ➤ Komplikationen durch Filiae
Diagnostik (siehe Kap. 1):	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diagnostik > Primarius, Ausschluß Lokalrezidiv ➤ zusätzlich > siehe Bronchialkarzinom !

Abb.23 Solitäre

Abb. 24 Zentrale Filiae

Abb. 25. Filia a.d. Pulm.Art.li.OL

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

13.5. Lungentransplantation (L-Tx)

Indikationen / allgemein:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Chronisches Lungenversagen ➤ Schwere Belastungsdyspnoe ➤ O₂-Abhängigkeit ➤ Keine Therapiealternative ➤ Eingeschränkte Lebensqualität ➤ (Alter < 65 J)
Indikationen / Krankheitsbilder	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lungenfibrose ➤ Lungenemphysem ➤ Mucoviscidose ➤ Pulmonale Hypertonie ➤ Kongenitales Vitium Cordis ➤ Chronische Abstoßung n. Lungen-Tx  

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

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

13.6. Erkrankungen der Pleura (keine NPL)

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



Abb. 29
Pneumothorax, im
Rö-Thorax rechts

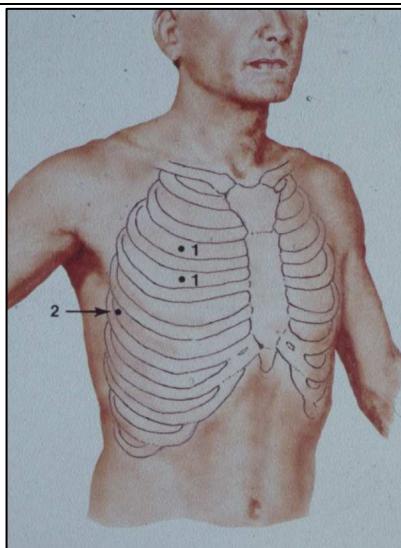


Abb. 30 Lokalisation zur
Drainage-Einlage (5.ICR re.VAL)



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