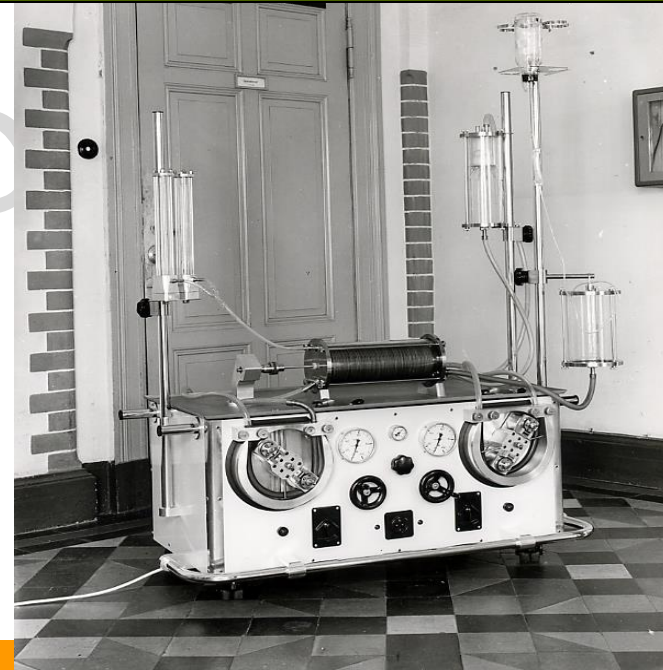


# Einführung in die Herzchirurgie und Herz-Lungen-Maschine

03.04.1962

1. Herzoperation mit Einsatz dieser HLM in Halle



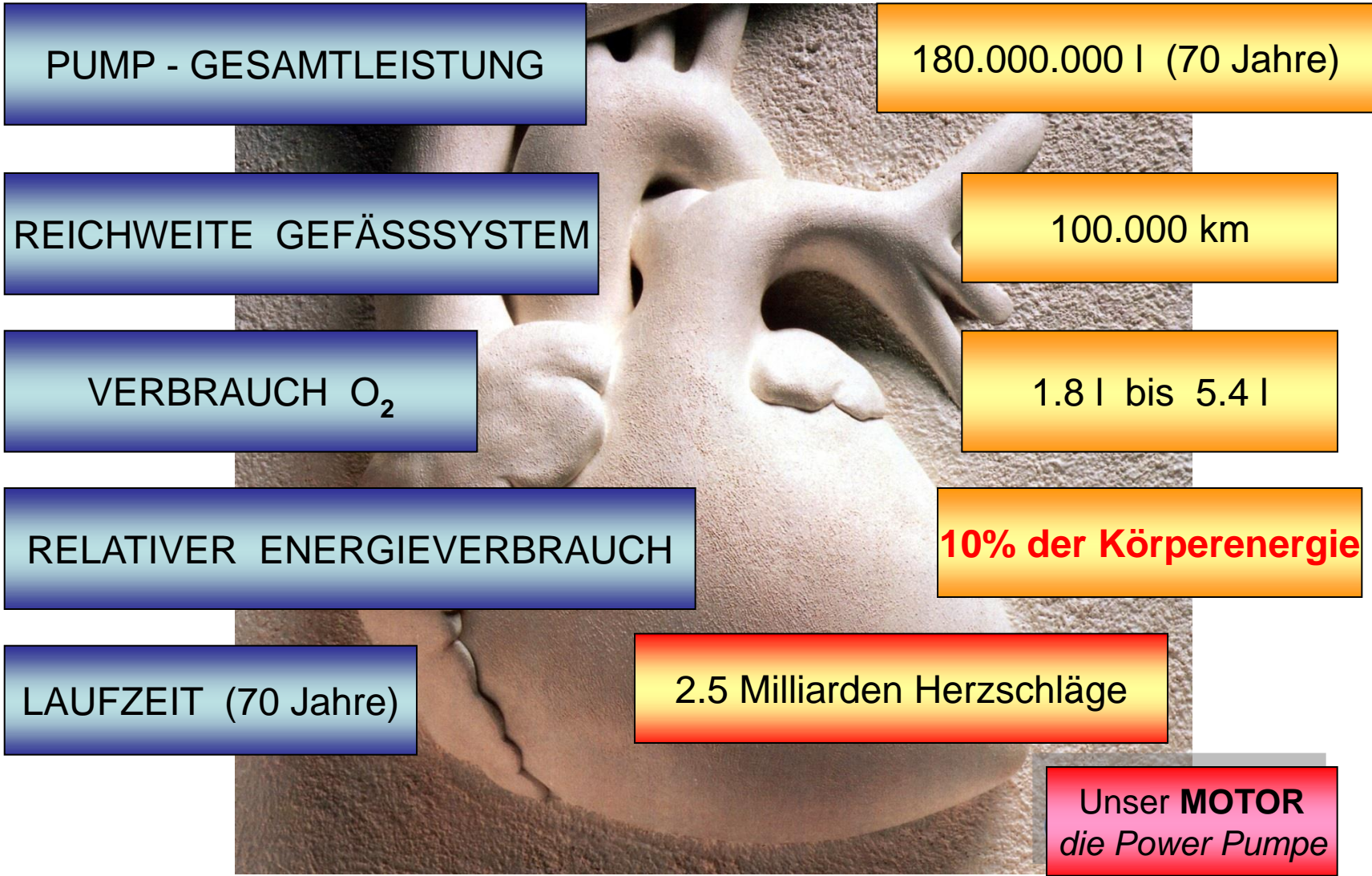
V9 - WS 2016/17

- **Grundzüge der Anatomie**
- **Historische Meilensteine**
- **Herz-Lungen-Maschine**
- **Standardoperationen der Herzchirurgie**

# Grundzüge der Anatomie



# Grundzüge der Anatomie





***„Der Chirurg, der jemals versuchen würde, eine Wunde am Herzen zu nähen, kann sicher sein, dass er die Achtung seiner Kollegen für immer verlöre.“***



## **Theodor Billroth**

1829 (Rügen) –1894

Deutscher Chirurg

Begründer der modernen Bauch-Chirurgie

**07.09.1896**

## **Erste erfolgreiche Herznaht am Menschen**

Der Patient war ein 22-jähriger Gärtnergeselle, der am 6. September in einer Messerstecherei in Frankfurt verletzt worden war.



**Ludwig Rehn**

1849 –1930

Deutscher Chirurg (Frankfurt)

# Historische Meilensteine



Max Liebermann,  
Bildnis Ferdinand Sauerbruch, 1932

## Ferdinand Sauerbruch

1875 -1951

Deutscher Chirurg

1903 Unterdruckkammer

1904 intrathorakale Eingriffe

1913 Perikardektomie

# Historische Meilensteine

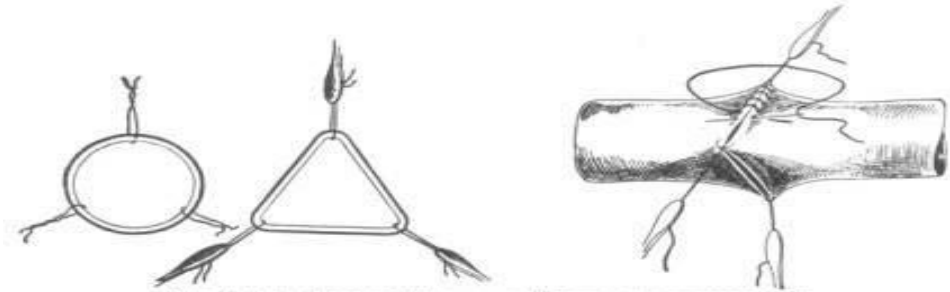
## Alexis Carrel

1873 –1944

Französischer Chirurg und Physiologe



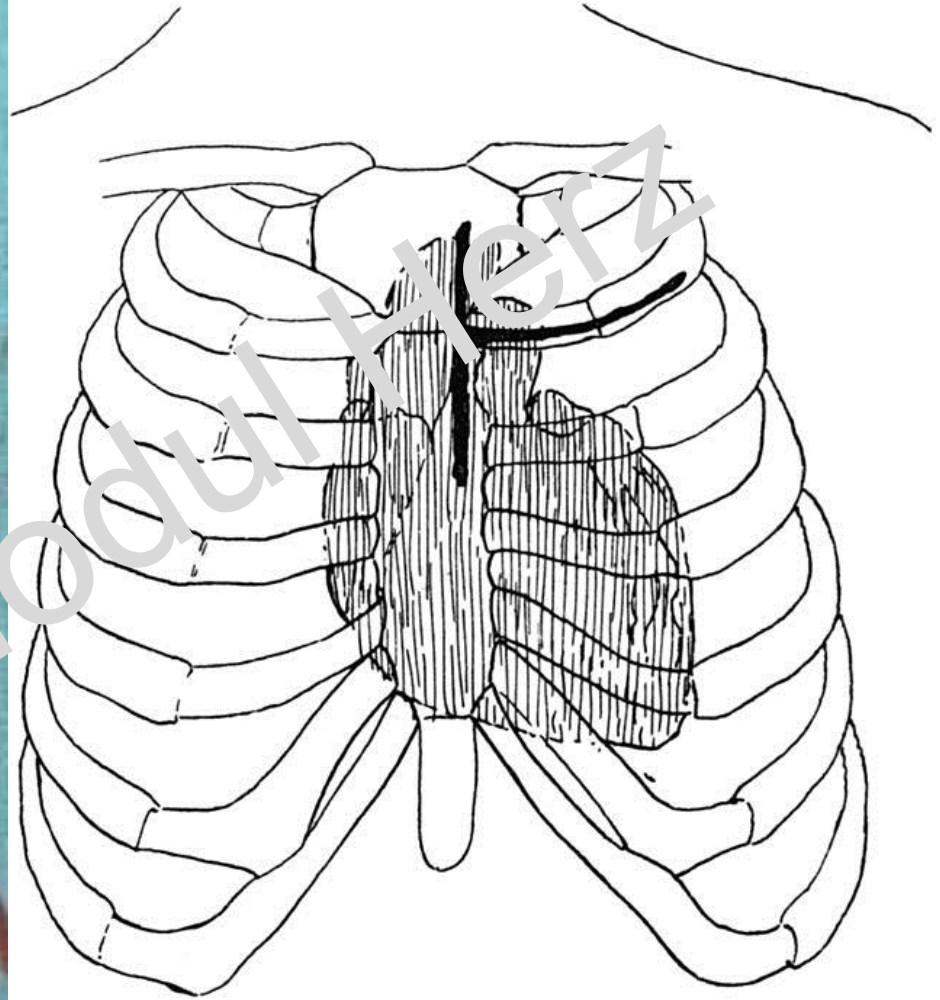
**Nobelpreis 1912**  
**Medizin und Physiologie**



- **Gefäßanastomosen (1902)**
- **Organperfusion**
- **Organkonservierung**
- **Hypothermie**
- **Arteriovenöse Fisteln**



# Historische Meilensteine

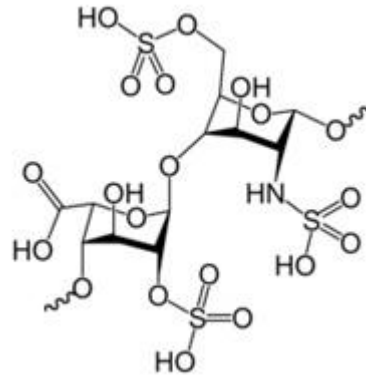


OÄ PD Dr. med. B. Hofmann  
Herzzentrum des Universitätsklinikums Halle (Saale)  
Univ.-Klinik und Poliklinik für Herzchirurgie

# Historische Meilensteine

William H. Howell (1860-1945)

Jay McLean (1890-1957)



## Entdeckung des Heparin

1916

**„Mit solchen Kunststückchen  
habilitiert man sich in einem Zirkus  
und nicht an einer anständigen  
deutschen Klinik!“**

**Ferdinand Sauerbruch über Werner Forßmann 1929**

## **Werner Forßmann**

1904 –1979

Deutscher Chirurg

Schüler von Sauerbruch

**1956 Nobelpreis**



# Historische Meilensteine

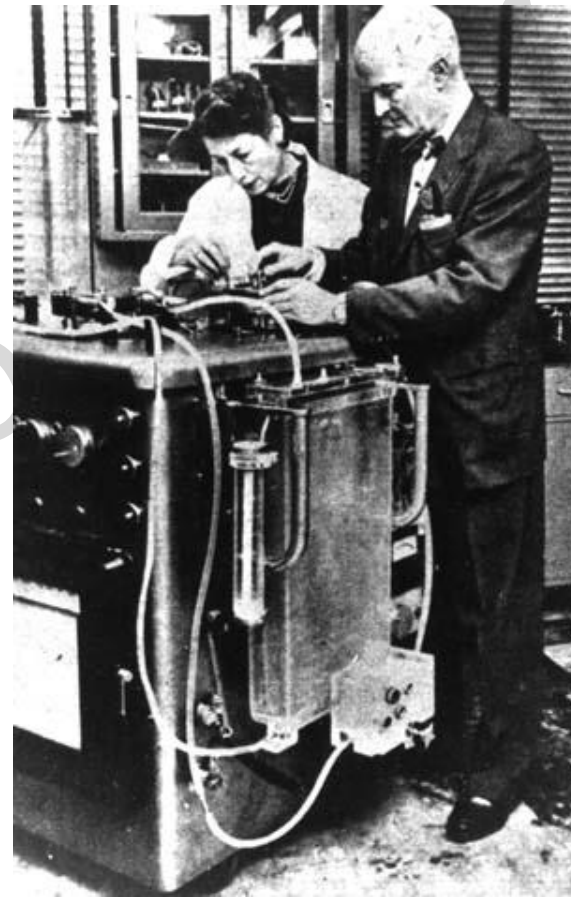


**John Gibbon Jr.**

1903 -1973

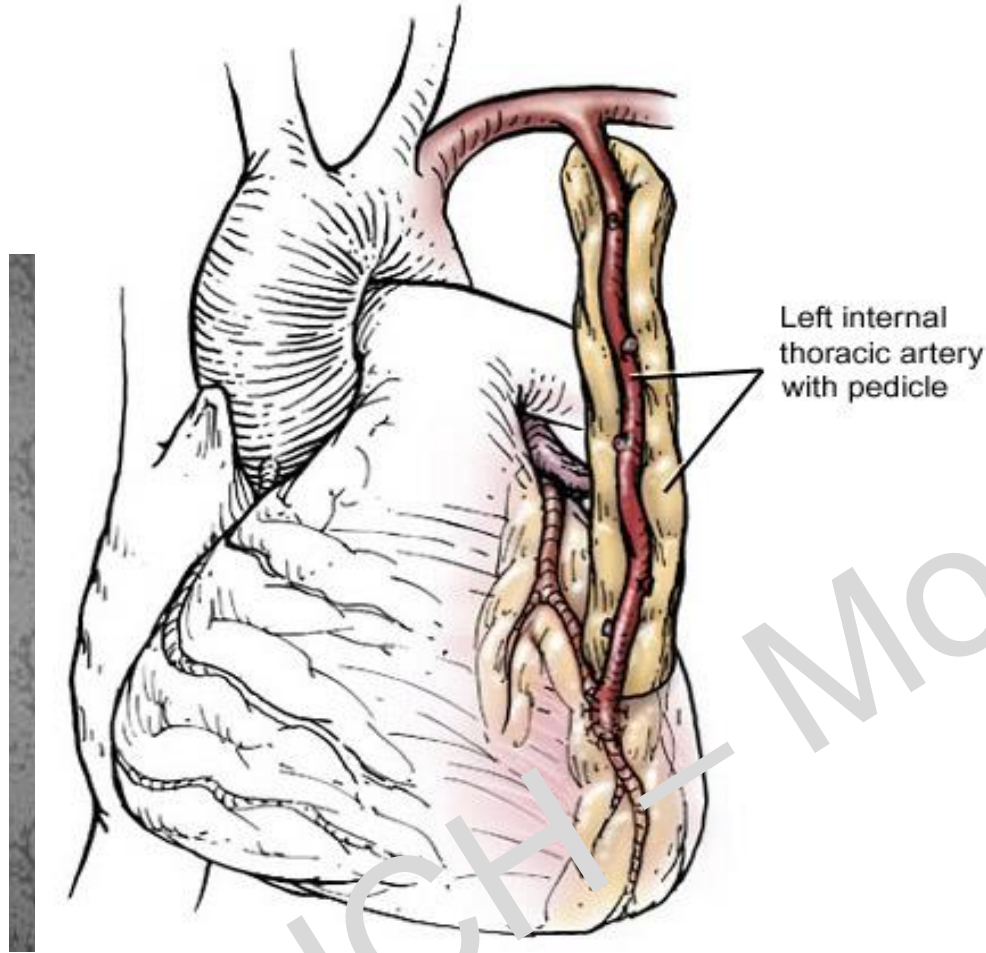
Amerikanischer Chirurg

## Entwicklung der Herz-Lungen-Maschine **06.05.1953**



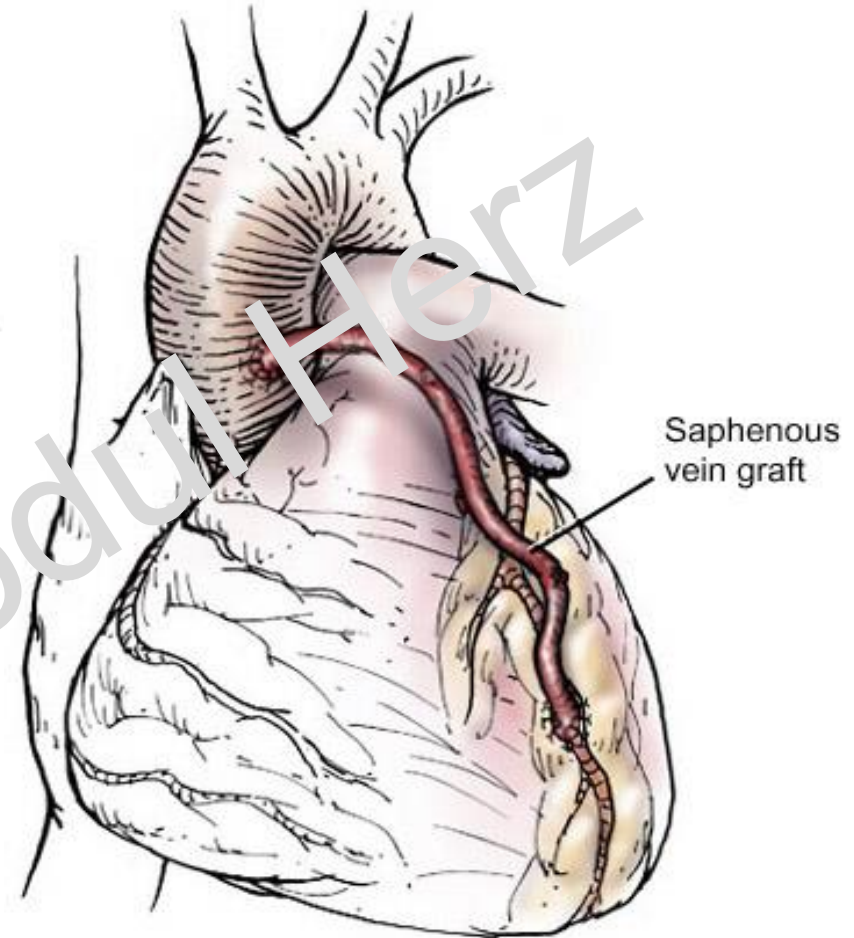


# Historische Meilensteine



1964

**Erster A. thoracica interna (IMA) Bypass**



1967

**Erster Venenbypass**

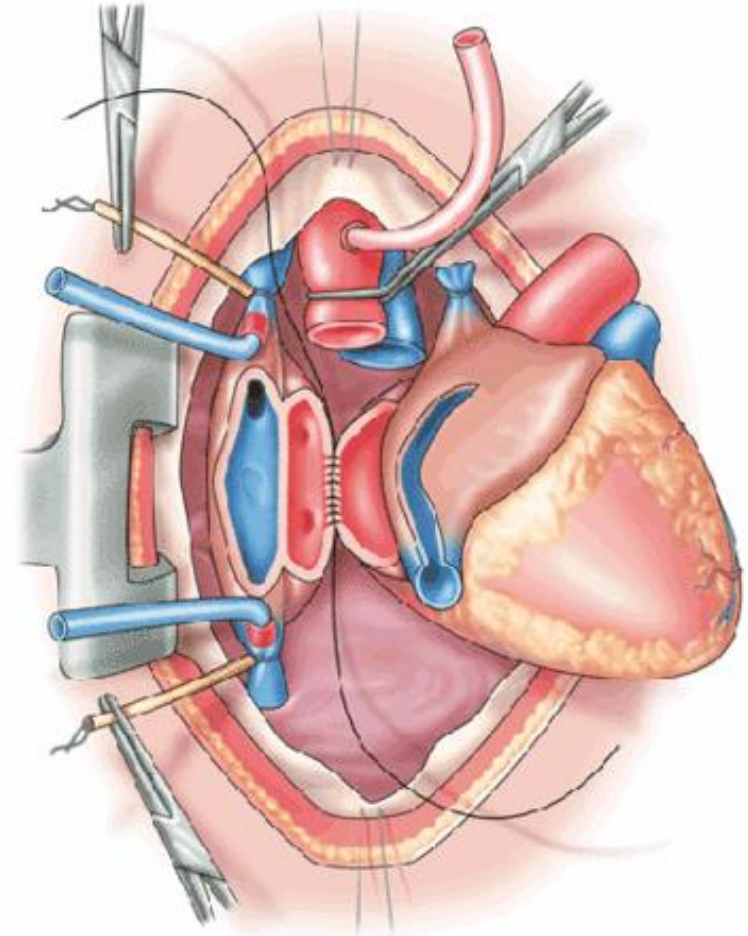
## 1967 - Erste Herztransplantation



**Christiaan Barnard**

1922 -2001

Südafrikanischer Herzchirurg



# Historische Meilensteine

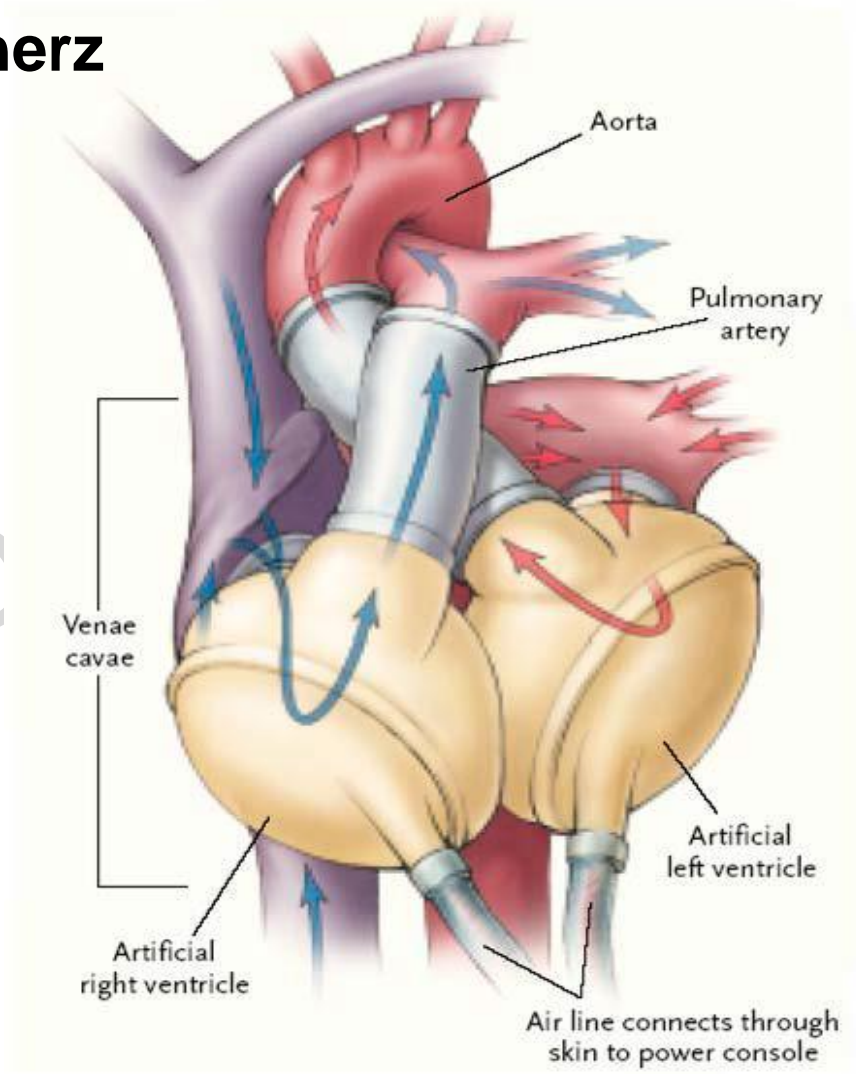
## 1980 - Erstes komplettes Kunstherz



**William deVries**

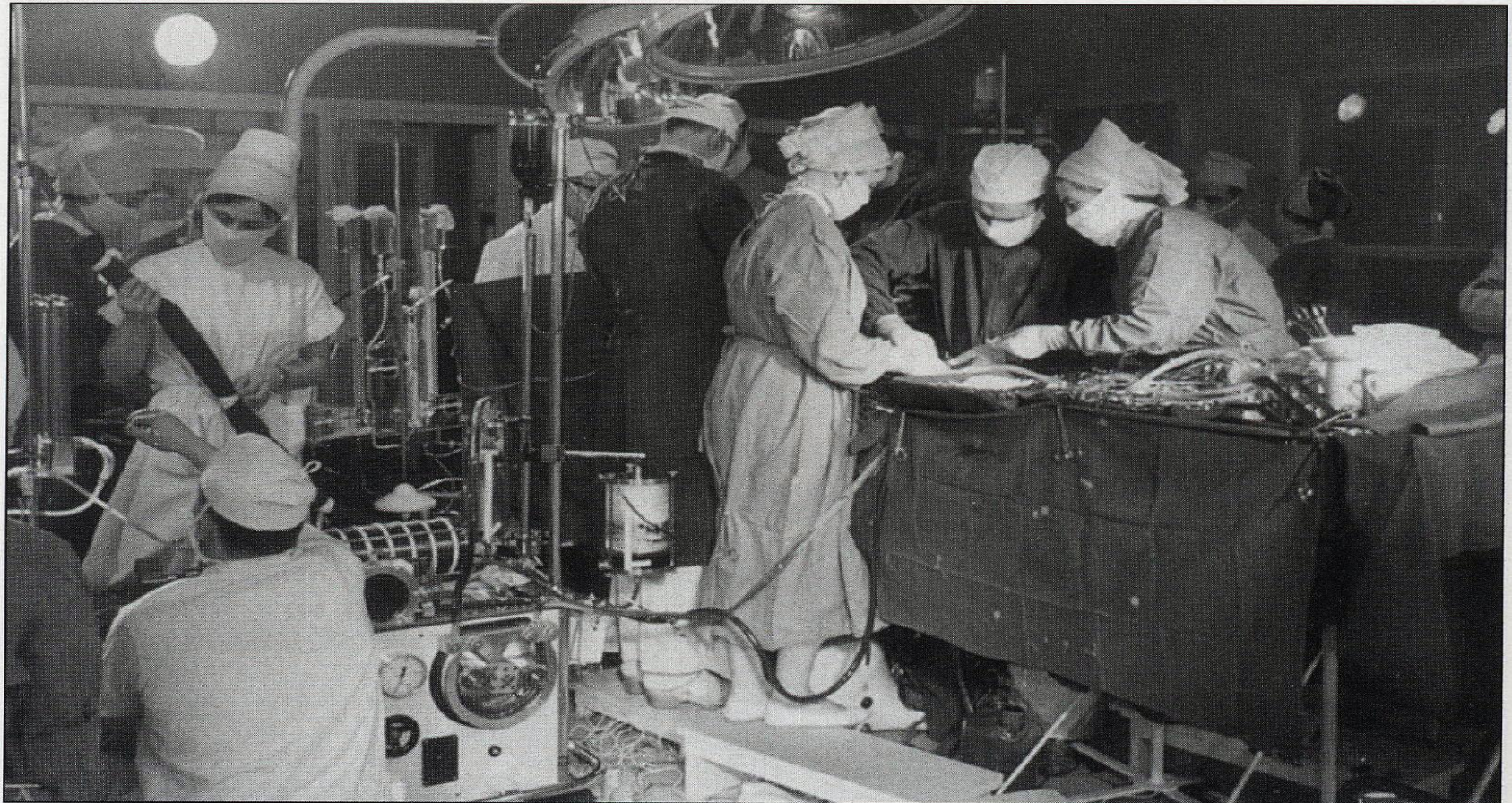
\*1943

Amerikanischer Herzchirurg





# Historische Meilensteine

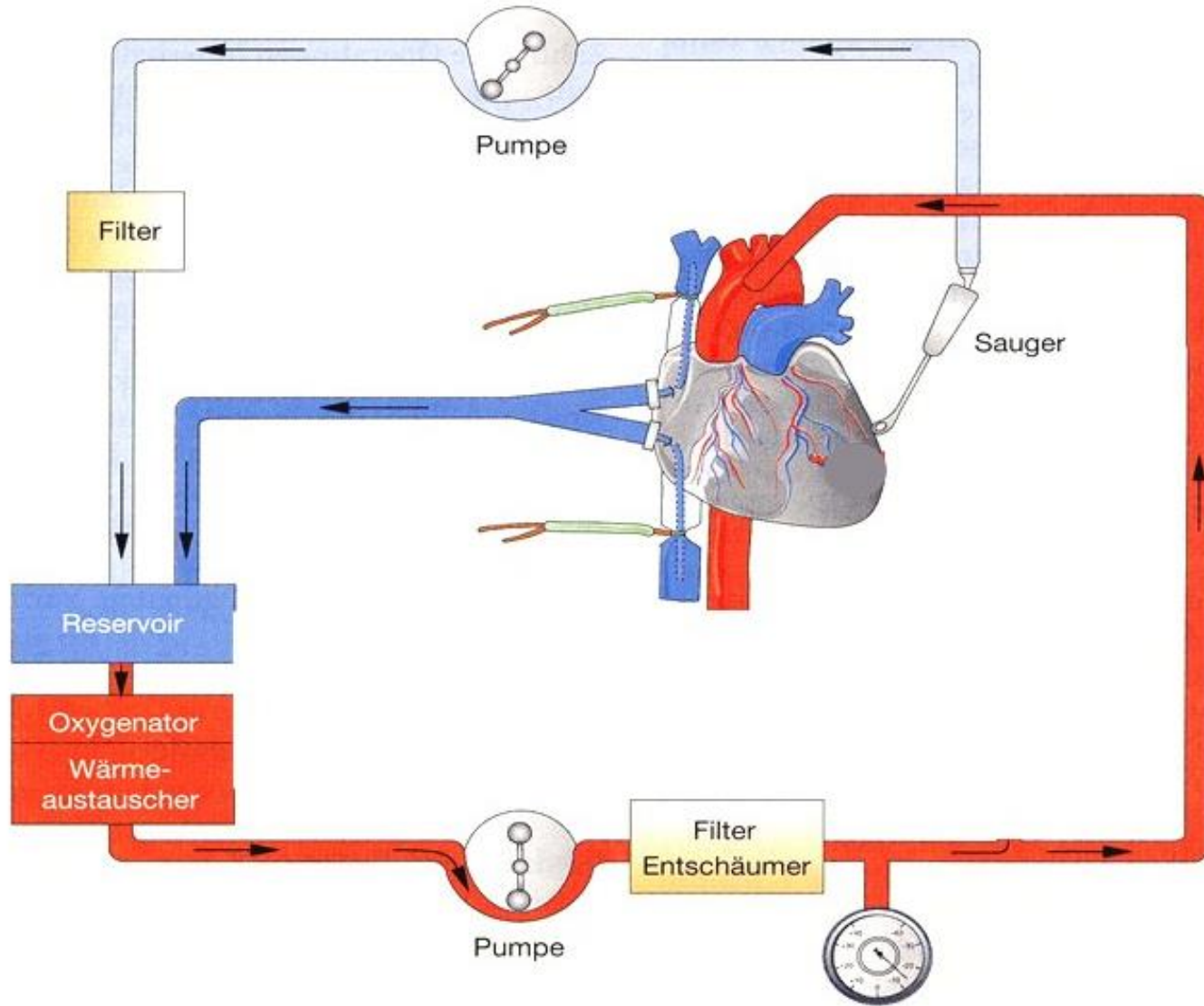


Am 3. April 1962 gelang die erste erfolgreiche Herz-Operation in der DDR mit der von den halleschen Professoren Karl Ludwig Schober (1912-1999), Fritz Struß (1912-1987) und Rudolf Zuckermann (geb. 1910) entwickelten Herz-Lungen-Maschine.

OÄ PD Dr. med. B. Hofmann  
Herzzentrum des Universitätsklinikums Halle (Saale)  
Univ.-Klinik und Poliklinik für Herzchirurgie



# Die Herz-Lungen-Maschine (HLM)



# Die Herz-Lungen-Maschine (HLM)

## Komponenten der Herz-Lungen-Maschine (HLM)

- **Venöses Reservoir**
- **Oxygenator**
- **Rollerpumpen**
- **Aufwärm- und Abkühleinrichtung (Wärmeaustauscher)**
- **Arterieller und venöser Filter**
- **Kanülen- und Schlauchsystem**

# Die Herz-Lungen-Maschine (HLM)

## Komponenten der Herz-Lungen-Maschine (HLM)

- **Venöses Reservoir**
- **Oxygenator**
- **Rollerpumpen**
- **Aufwärm- und Abkühleinrichtung (Wärmeaustauscher)**
- **Arterieller und venöser Filter**
- **Kanülen- und Schlauchsystem**



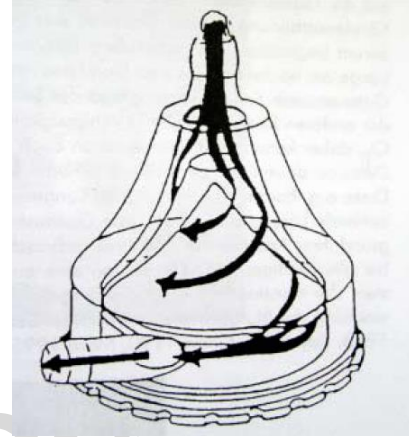
# Die Herz-Lungen-Maschine (HLM)

## Rollerpumpen



- Drehzahl bestimmt den Fluss
- wegen Bluttraumatisierung für Langzeitperfusion ungeeignet

## Zentrifugalpumpen



- Fluss von Drehzahl und Gegendruck abhängig
- niedriger Wirkungsgrad
- geringe Bluttraumatisierung (für Langzeitperfusion gut geeignet)
- kann keine Luft pumpen



# Die Herz-Lungen-Maschine (HLM)

## Schlauchsystem

- Schläuche aus PVC oder Silikon (heparinbeschichtet)
- Konnektoren, Reservoire und Filter (Polycarbonat)
- Druckaufnehmer
- Kardioplegieset



## Arterielle und venöse Filter

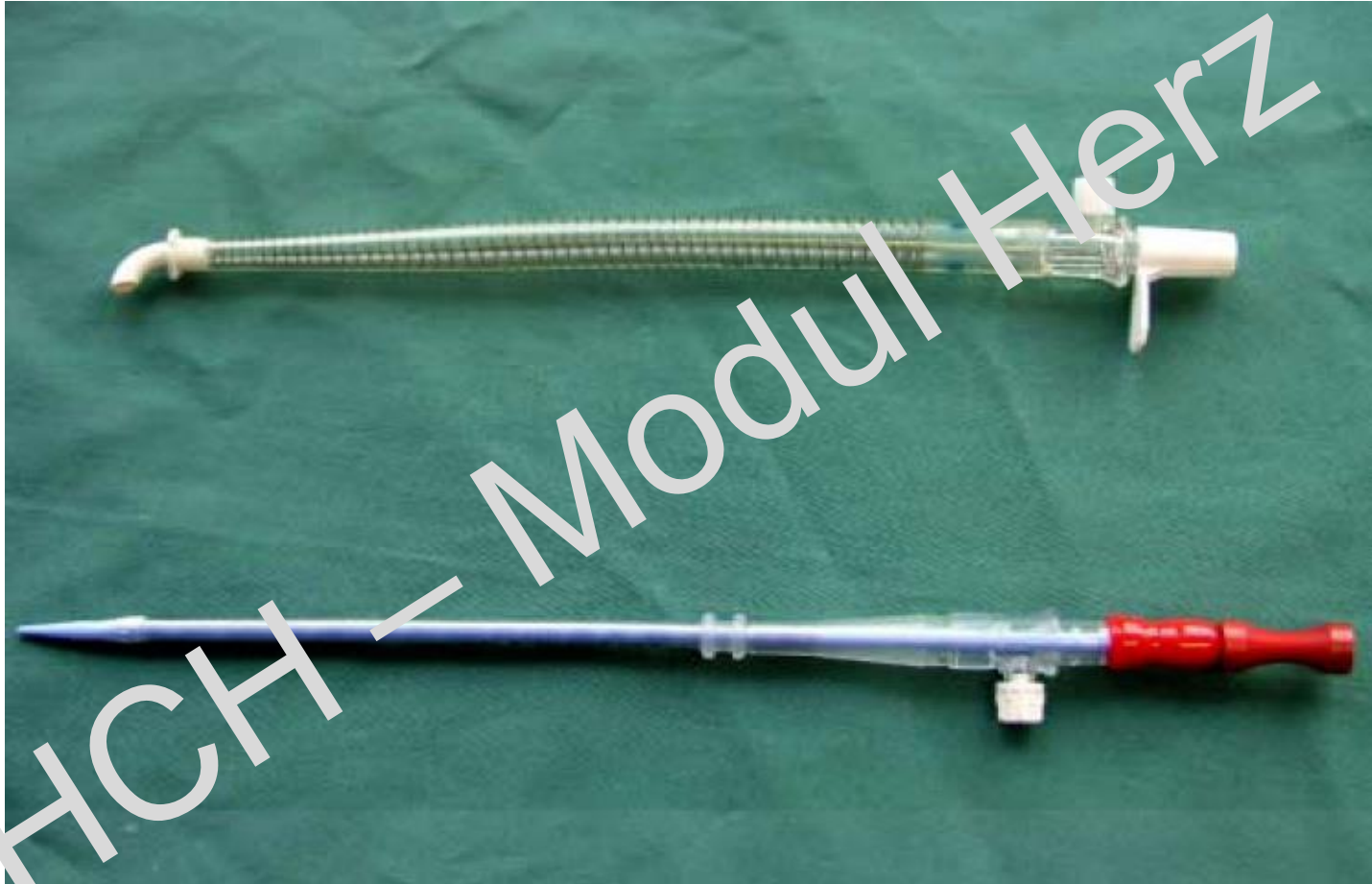
- Netzfilter
- Siebmechanismus
- Netz aus Polyesterfäden
- arterielle Filter mit Porengröße von 20-50  $\mu\text{m}$  (Luft und Mikroaggregate)



HCH - MOS

# Die Herz-Lungen-Maschine (HLM) oder EKZ

## Arterielle Kanülen



# Die Herz-Lungen-Maschine (HLM)

## Venöse Kanülen





# Die Herz-Lungen-Maschine (HLM)

## Möglichkeiten für den Anschluss der HLM

**Arteriell:** Aorta ascendens

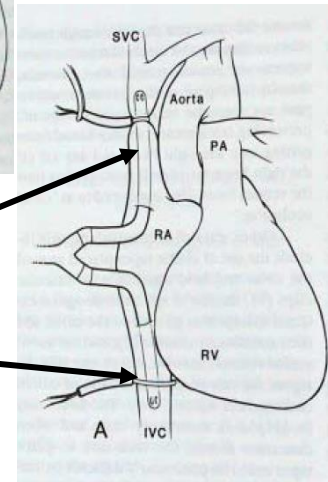
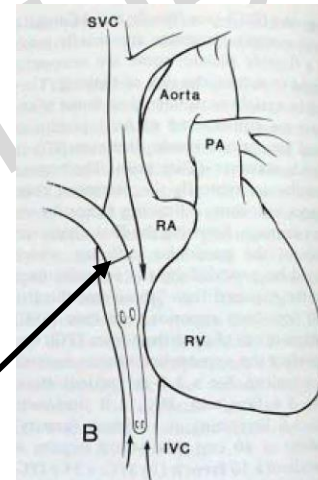
A. femoralis

A. subclavia

**Venös:** rechter Vorhof

V. femoralis

V. cava superior + inferior



# Die Herz-Lungen-Maschine (HLM)

## Extrakorporalen Zirkulation (EKZ)

- Voraussetzung Vollheparinisierung des Patienten, d.h. 300-400 IE Heparin/kg KG i.v. über zentralen Zugang
- ACT-Test („activated coagulation time“):  
Normalwert: 80-140 s  
Zielwert für EKZ: 480-600 s
- an EKZ ACT-Messung alle 30 min
- Protamin ist der Antagonist von Heparin!  
1 ml Protaminsulfat inaktiviert 1000 IE Heparin

# Die Herz-Lungen-Maschine (HLM)

## Ziele der Extrakorporalen Zirkulation (EKZ)

1. Adäquates Stromzeitvolumen: 2,4 l/min/m<sup>2</sup> KOF
2. Adäquater Perfusionsdruck: 50 – 60 mmHg
3. Adäquate Gewebeoxygenierung

### **Konzept:**

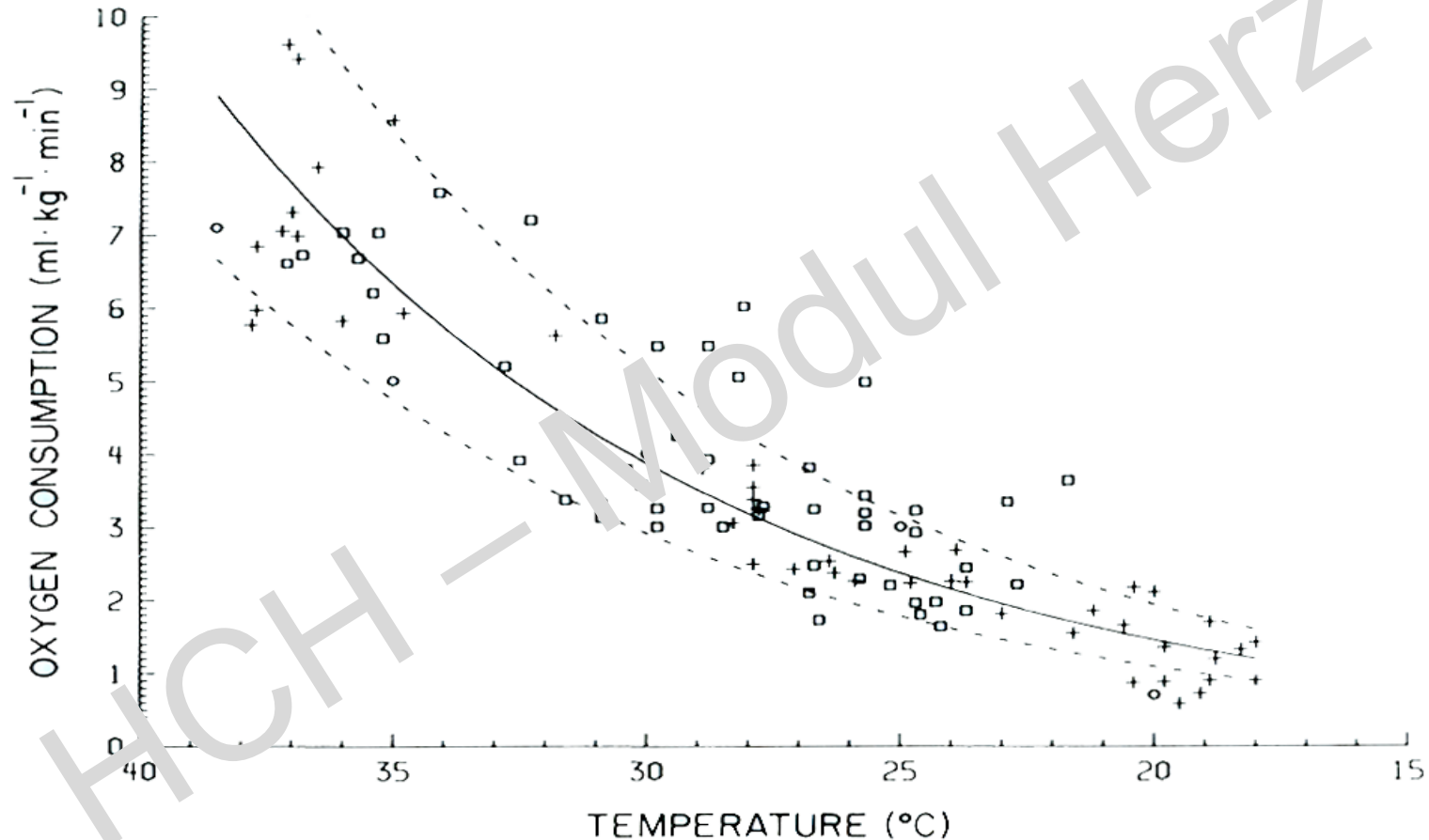
**Hohes Stromzeitvolumen**

**+ begrenzte Hämodilution**

**+ Hypothermie**

# Die Herz-Lungen-Maschine (HLM)

## Hypothermie und Sauerstoffverbrauch





## Hypothermie

- ➔ Verlängert die Ischämietoleranz (Van't Hoff's Gesetz)
  - Mild (bis 34 °C)
  - Moderat (bis 28 °C)
  - Tief (bis 18 °C) → erlaubt einen Kreislaufstillstand bis 45 min

# Die Herz-Lungen-Maschine (HLM)

## Vorteile:

## Hypothermie

- Senkung von Sauerstoffverbrauch und Stoffwechsel
- Flussreduktion möglich
  - geringere Traumatisierung
  - bessere Sicht
  - verzögerte Myokarderwärmung
- Längere Reaktionszeit bei technischen Problemen

## Nachteile:

- Zunahme der Viskosität des Blutes (Hk )↑
- Linksverschiebung der O<sub>2</sub>-Bindungskurve
- Gerinnungsaktivität nimmt ab
- Löslichkeit der Blutgase und der pH verändern sich

# Die Herz-Lungen-Maschine (HLM)

## Myokardprotektion

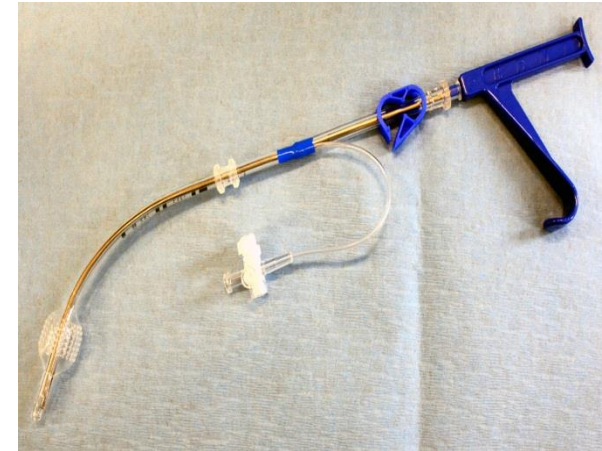
- Entlastung durch EKZ
- Hypothermie
- **Kardioplegie**



Antegrade Kardioplegie  
über die Aortenwurzel



Antegrade Kardioplegie  
selektiv über die Koronarostien



Retrograde Kardioplegie  
über den Koronarsinus

# Die Herz-Lungen-Maschine (HLM)

## Myokardprotektion - Kardioplegie

### Kristalline Kardioplegie-Lösungen

a) intrazellulärer Typ (Brettschneider-Kardioplegie):  
extrazellulärer  $\text{Na}^+$  Gehalt wird auf intrazellulären  $\text{Na}^+$  Gehalt  
gesenkt, dadurch keine Erregungsleitung

b) extrazellulärer Typ (Calafiore-, Buckberg-, St. Thomas-KP):  
durch Erhöhung der  $\text{K}^+$  Konzentration permanente Depolarisierung  
der Zellmembran

### Kolloidale Kardioplegie-Lösungen (Eppendorf-Kardioplegie)



# Die Herz-Lungen-Maschine (HLM)

## Myokardprotektion - Kardioplegie

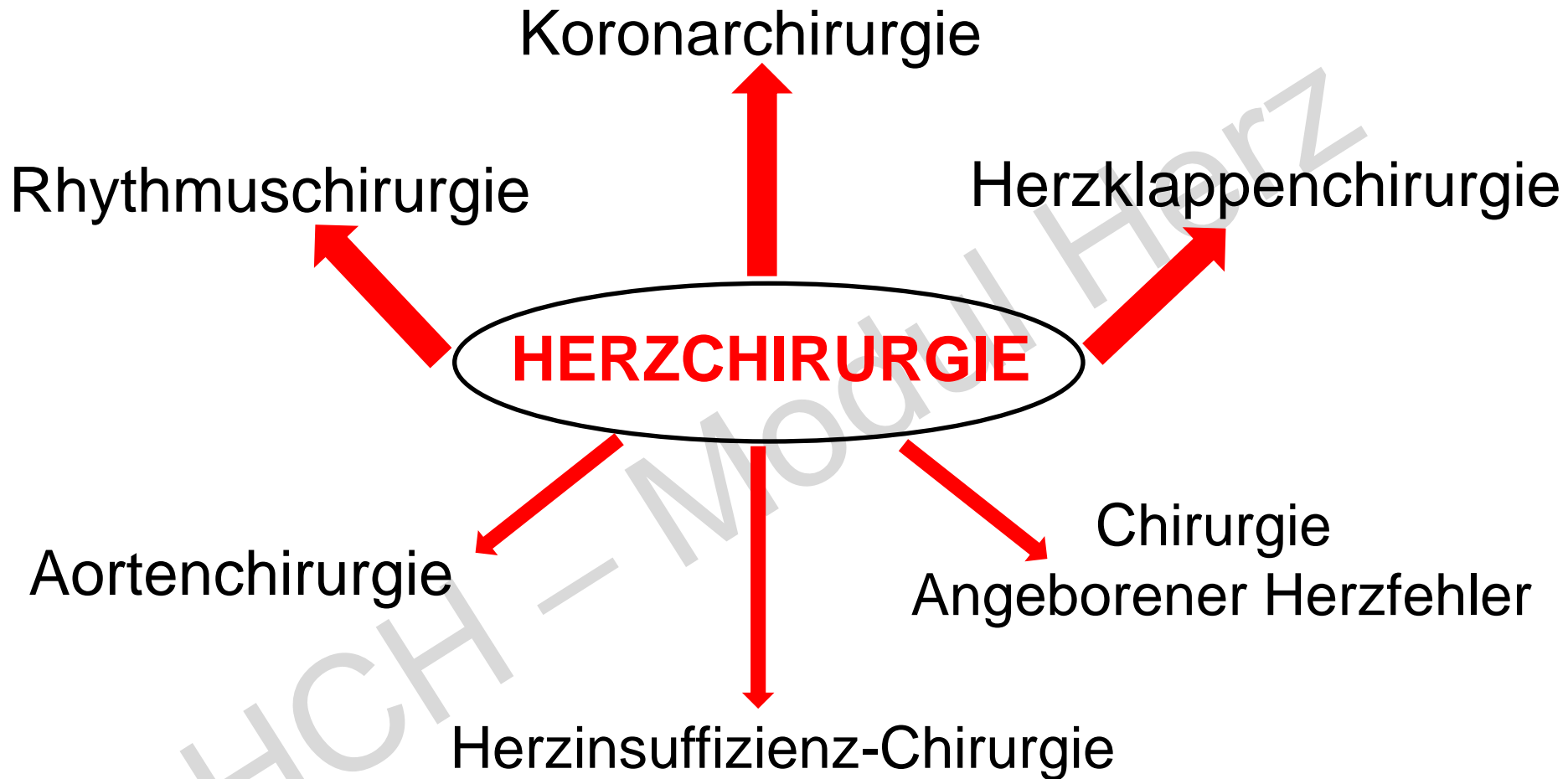
- Struktureller und funktioneller Schutz des Herzmuskels während der Operation, insbesondere während der Ischämiezeit des Herzens (Aortenklammzeit)
- Wirkprinzipien kardioplegischer Lösungen:
  - Schonung der energiereichen Phosphate durch raschen, diastolischen Herzstillstand
  - Verminderung des  $O_2$ -Verbrauches durch Hypothermie
  - Ödemverminderung durch osmotisch wirksame Substanzen
  - Verringerung der Azidose durch Puffersubstanzen

# Die Herz-Lungen-Maschine (HLM)

## Komplikationen durch die Herz-Lungen-Maschine (HLM)

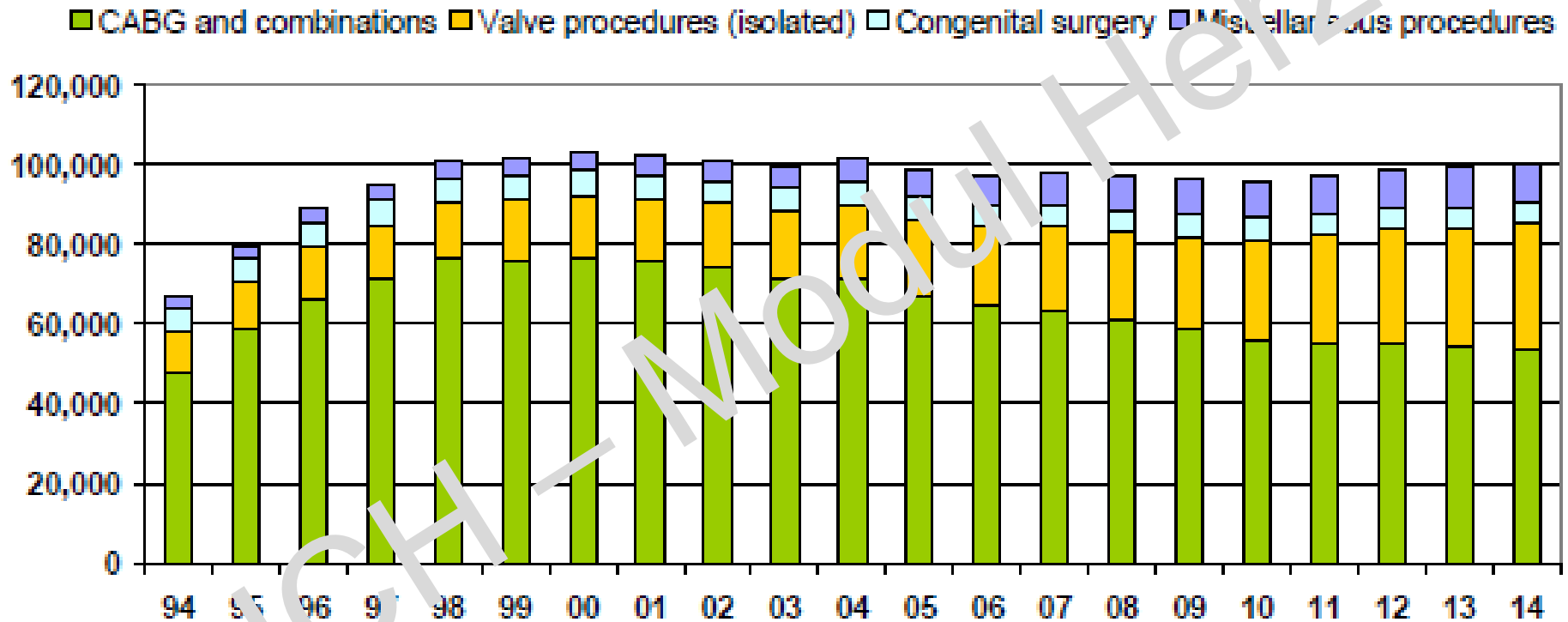
- postoperatives Durchgangssyndrom (häufig) durch passagere Minderperfusion, Embolie
- Generalisierte Ödemneigung, z.B. Lungenödem durch Veränderung der Gefäßwandpermeabilität (capillary leak syndrome)
- vorübergehender Anstieg der Kreatininwerte (häufiger), akutes Nierenversagen (selten)
- Blutungsneigung (häufiger): durch Antikoagulation, Hämolyse, Thrombozytopenie; Folge: Fremdblutbedarf, ggf. Re-Thorakotomie
- Immunsystem: nicht-infektiöses **SIRS** (**S**ystemic **I**nflammatory **R**esponse **S**yndrom) durch Aktivierung verschiedener biologischer Systeme

# Standardoperationen der Herzchirurgie



# Standardoperationen der Herzchirurgie

## Development of heart surgery in Germany 1994 - 2014



Leistungsstatistik der DGTHG 2014





79 Fachabteilungen für Herzchirurgie  
 100.394 Operationen am Herzen  
 rund 950 Herzchirurgen

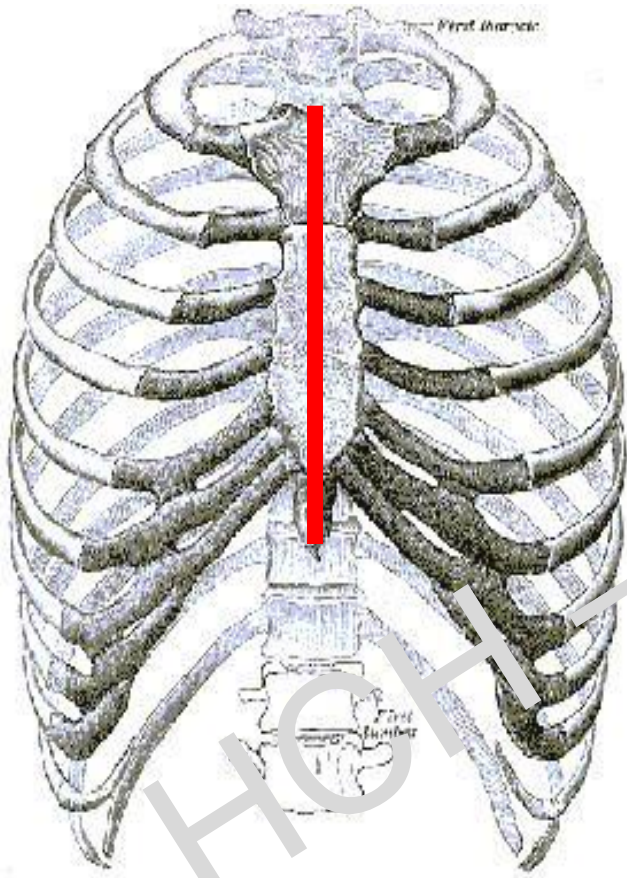
Sachsen- Anhalt:

1. Universitätsklinikum Halle (Saale)
2. Universitätsklinikum Magdeburg
3. Herzzentrum Coswig

Leistungsstatistik der DGTHG 2014

# Standardoperationen der Herzchirurgie

Zugangswege: Mediane Sternotomie (universell)







HCH - Modul Herz

Thank you for your attention !

OÄ PD Dr. med. B. Hofmann  
Herzzentrum des Universitätsklinikums Halle (Saale)  
Univ.-Klinik und Poliklinik für Herzchirurgie

 **UKH**  
Universitätsklinikum  
Halle (Saale)