



© Design Credits: iStockphoto.com

## Kapitel 8

### Herz und Gefäßsystem

8.1	Herz (Cor)	372
8.2	Gefäßsystem – Bau und Funktion	395
8.3	Gefäßsystem – physikalische und physiologische Grundlagen	412

## 8 Herz und Gefäßsystem

Herz und Gefäßsystem werden gemeinsam unter dem Begriff „Kreislauforgane“ zusammengefasst. Sie transportieren das Blut in die unmittelbare Nähe aller Zellen des menschlichen Organismus. Das Herz ist dabei der Motor des Kreislaufs. Seine Pumpleistung sorgt für den ständigen Blutfluss im Gefäßsystem, das ein geschlossenes System elastischer Röhren darstellt. Es besteht aus:

- Arterien (Schlagadern), die das Blut vom Herzen weggleiten und verteilen,
- Kapillaren (Haargefäße), in denen der Stoffaustausch stattfindet,
- Venen (Blutadern), die das Blut zum Herzen zurückführen, und
- Lymphgefäßen, die Lymphflüssigkeit und Abwehrzellen transportieren.

Das Gefäßsystem dient nicht nur dem O<sub>2</sub>-Transport, sondern auch der Verteilung der aus der Nahrung aufgenommenen Bestandteile. Auf dem Blutweg gelangen sie zu den Zellen (Stoffaustausch in den kleinsten Blutgefäßen, den Kapillaren). Dort werden sie mithilfe von Sauerstoff in Energie (ATP) für lebensnotwendige Stoffwechselprozesse umgewandelt oder zum Aufbau körpereigener Substanzen verwendet.

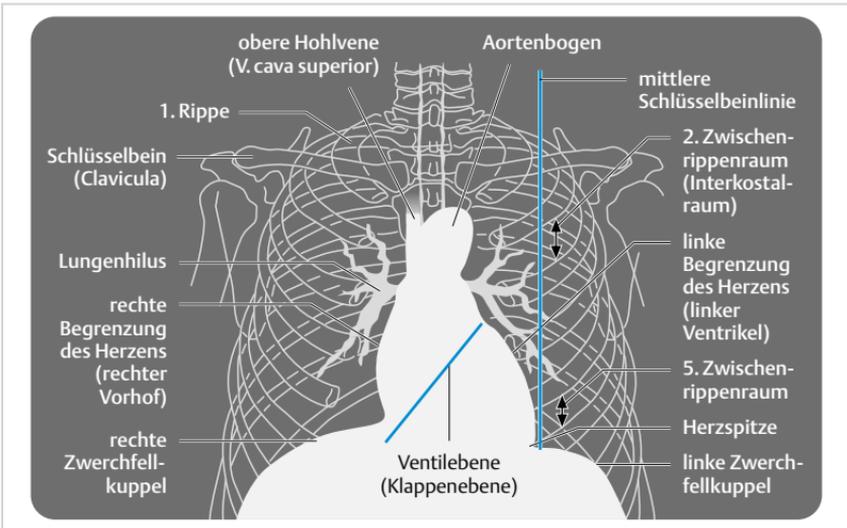
### 8.1 Herz (Cor)

#### 8.1.1 Gestalt und Lage

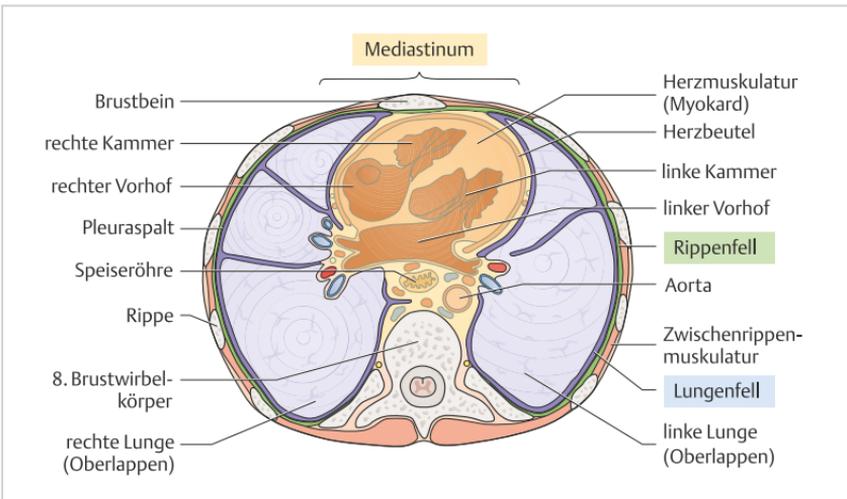
##### Definition

Das Herz ist ein muskuläres Hohlorgan, das in einem Bindegewebsraum (Mediastinum) zwischen Wirbelsäule und Brustbein liegt. Es ist vollständig von einem Herzbeutel (Perikard) umhüllt, der sich zwischen Brustfellhöhlen (Pleurahöhlen, ► Abb. 9.10), dem Zwerchfell (Diaphragma) und den großen Gefäßen ausspannt (► Abb. 8.1, ► Abb. 8.2).

Die Größe entspricht etwa dem Andert-halbfachen der geballten Faust eines Menschen, kann aber durch Training bzw. unter pathologischen Umständen erheblich zunehmen. Das Gewicht beträgt etwa 0,5% des Körpergewichtes und liegt im Durchschnitt zwischen 300 und 350 g. Die Gestalt des Herzens gleicht einem abgerundeten Kegel, dessen Grundfläche als **Herzbasis** bezeichnet wird. Die **Herzspitze** berührt die vordere Brustwand im linken 5. Zwischenrippenraum etwas einwärts einer Senkrechten durch die Mitte des Schlüsselbeins (mittlere Schlüsselbeinlinie). Die großen Gefäße treten an der Herzbasis ein, die auf diese Weise im Mediastinum verankert wird (► Abb. 8.2). Die Herzspitze dagegen ist innerhalb der Perikardhöhle frei beweglich.



**Abb. 8.1 Röntgenbild.** Vereinfachte Röntgenskizze einer Brustaufnahme mit Herzschatten. Strahlengang von hinten nach vorn (posterior-anterior, p.-a.).



**Abb. 8.2 Schnittbild Brustkorb.** Horizontalschnitt durch den Brustkorb auf Höhe des 8. Brustwirbels (CT-Ebene: Blickrichtung von unten (kaudal) in Richtung Kopf entlang der Körperlängsachse, vgl. ► Abb. 7.1).

## 8.1.2 Rechtes und linkes Herz

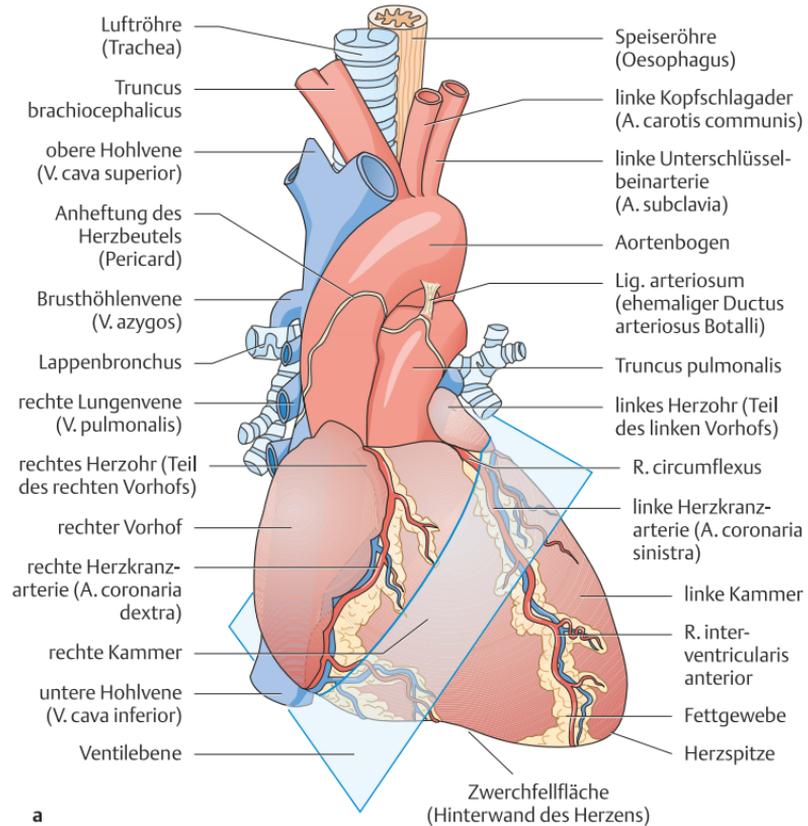


### Definition

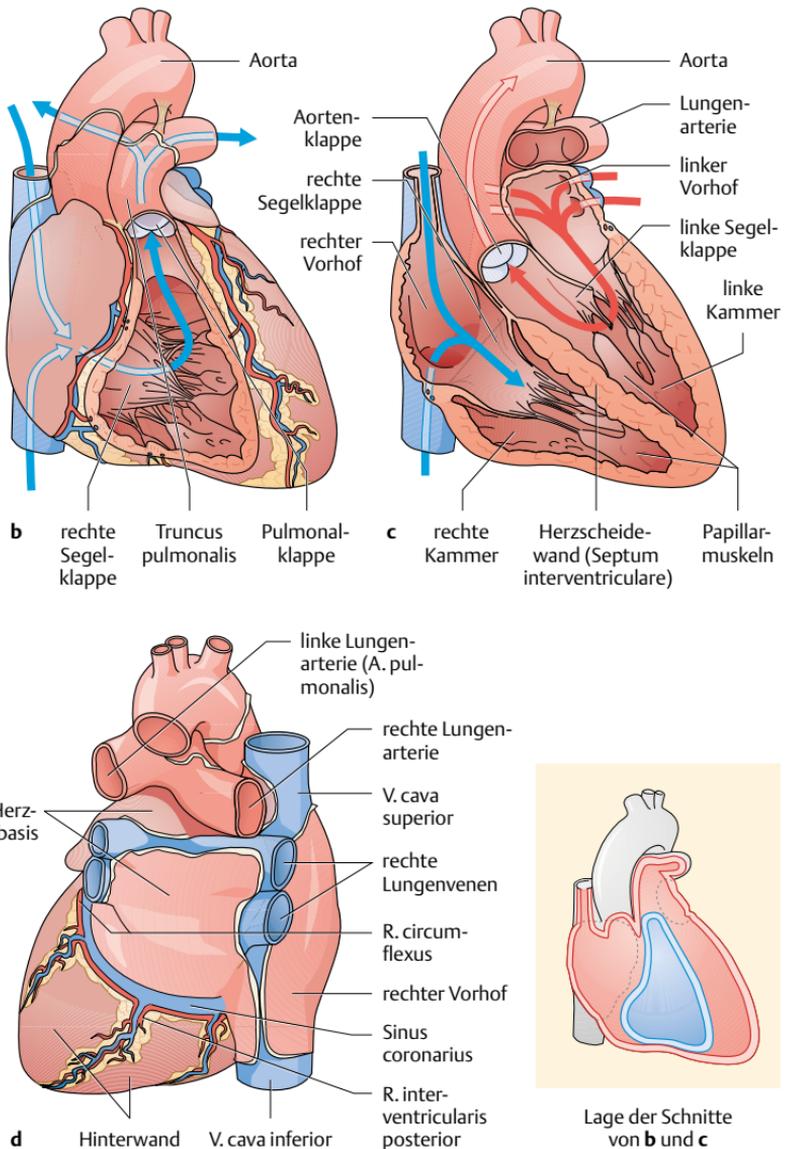
Das Herz ist durch die **Herzscheidewand** (Septum interventriculare) in ein „**rechtes Herz**“ für den Lungenkreislauf und in ein „**linkes Herz**“ für den Körperkreislauf

vollständig unterteilt. Beide Hälften haben jeweils einen Vorhof (Atrium) und eine Kammer oder Ventrikel (Ventriculus) (► Abb. 8.3c).

Wenn man das **Herz von vorn** betrachtet, wird die Vorderwand des Herzens im Wesentlichen von der rechten Kammer gebildet (► Abb. 8.3a–c). Nach rechts schließt



**Abb. 8.3 Herz und herznahe Gefäße.** Der Herzbeutel (Perikard) ist entfernt worden.  
**a** Ansicht von vorn (in b und c ist das Herz in verschiedenen frontalen Ebenen geschnitten).  
 Fortsetzung ►



**Abb. 8.3 Fortsetzung: Herz und herznahe GefäÙe.** **b** Die rechte Kammer ist eroffnet (blaue Pfeile = Fließrichtung des venösen Blutes). **c** Zusätzlich zur rechten Kammer sind der rechte Vorhof und die linke Kammer eroffnet (rote Pfeile = Fließrichtung des arteriellen Blutes). **d** Herz von hinten (Herzbasis) und von unten (Hinterwand).

sich der rechte Vorhof an, in den die obere und untere Hohlvene (V. cava superior und V. cava inferior) münden (► Abb. 8.3c, d). An die linke Seite der rechten Kammer grenzt ein Teil der linken Kammer, dazwischen verläuft in einer Rinne (Sulcus interventricularis anterior) der vordere Ast (R. interventricularis anterior) der linken Herzkranzarterie (A. coronaria sinistra) (► Abb. 8.3a). Die aus der linken Kammer entspringende Körperschlagader (Aorta) zieht nach rechts oben und verläuft über dem aus der rechten Kammer kommenden Truncus pulmonalis (=kurzer gemeinsamer Stamm der linken und rechten A. pulmonalis) in einem Bogen (Aortenbogen), um dann hinter dem Herzen weiter abwärts zu ziehen (► Abb. 8.3b, c).

Vorhof-Kammer-Grenze senkt sich die Kranzfurche (Sulcus coronarius) ein. In ihr verlaufen die großen Herzvenen, die im Sinus coronarius in den rechten Vorhof einmünden.

Auf einer posterior-anterioren (p.-a.) Röntgenaufnahme (Strahlengang von hinten nach vorn) des Brustkorbs können innerhalb des Herzschatzens nur die randbildenden Strukturen beurteilt werden (► Abb. 8.1, ► Abb. 8.4). Die rechte Kontur des Herzschatzens wird vom rechten Vorhof und der oberen Hohlvene gebildet, während sich linksseitig folgende Konturen von oben nach unten darstellen: Aortenbogen, Lungenarterie, linkes Herzohr (Teil des linken Vorhofs) und linker Ventrikel. Will man hingegen den linken Vorhof oder die rechte Kammer randbildend darstellen, muss man Röntgenbilder mit schrägem oder seitlichem Strahlengang anfertigen.

### Zusatzinfo



#### Herzhinterwand

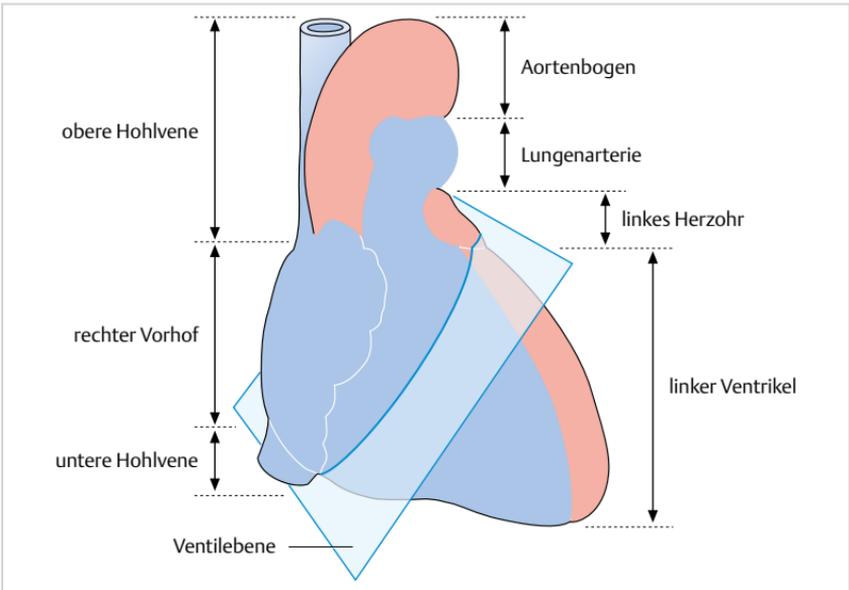
Die Unterfläche des Herzens (Zwerchfellfläche) ist abgeplattet, liegt dem Diaphragma auf und wird größtenteils vom linken und zu einem geringen Teil auch vom rechten Ventrikel gebildet (► Abb. 8.3d). Im klinischen Sprachgebrauch wird sie häufig als Hinterwand bezeichnet (Hinterwandinfarkte).

Wenn man das **Herz von hinten** (wirbelsäulenseitig) betrachtet, wird die linke Kammerwand durch eine rinnenartige Vertiefung (Sulcus interventricularis posterior) gegen die rechte Ventrikelwand abgegrenzt (► Abb. 8.3d). In ihr verläuft der Endast (R. interventricularis posterior) der rechten Herzkranzarterie (A. coronaria dextra) in Richtung Herzspitze. Die der Wirbelsäule zugewandte Seite des Herzens, die anatomische Hinterwand, wird im Wesentlichen vom linken Vorhof und den in ihn einmündenden Lungenvenen (Vv. pulmonales) eingenommen. An der

### Binnenräume des Herzens

Von den Binnenräumen des Herzens haben nur die Hauptteile der Vorhöfe eine glatte Wandung. In den Herzohren (Teile der Vorhöfe) (► Abb. 8.3a) und v.a. in den Kammern springen Muskelwülste in das Innere vor (Trabeculae carneae). Der gesamte Innenraum wird von einem einschichtigen Epithel (Endokard) ausgekleidet. Die vier Klappen (S.377) des Herzens sind in Bindegewebsfaserringen befestigt, die annähernd in einer Ebene (Ventilebene) liegen (► Abb. 8.3a, ► Abb. 8.5). Sie bilden zusammen mit dem dazwischenliegenden Bindegewebe, dem sog. **Herzskelett**, eine Einheit. Das Herzskelett ist eine Platte aus straffem Bindegewebe mit folgenden Funktionen:

- Sie trennt Vorhof- und Kammermyokard voneinander.
- Sie dient einem Teil der Vorhof- und Kammermuskulatur als Ursprung.



**Abb. 8.4 Röntgenbild Herz.** Randbildende Strukturen einer schematisierten Röntgenaufnahme des Herzes und der herznahen Gefäße. Strahlengang von hinten nach vorn. Das linke Herz ist rot, das rechte Herz blau dargestellt. Die randbildenden Strukturen der rechten Seite sind im Wesentlichen obere Hohlvene und rechter Vorhof; die randbildenden Strukturen der linken Seite sind Aortenbogen, Lungenarterie, linkes Herzohr und linker Ventrikel.

- Sie bildet die Bindegewebsfaserringe für die Klappenbefestigung.
- Sie verhindert eine unkontrollierte Erregungsausbreitung (S. 386) zwischen Vorhöfen und Herzkammern (= elektrische Isolierung).

## Herzklappen

Die Klappen zwischen den Vorhöfen und den Kammern werden als **Segelklappen** (Atrioventrikularklappen) bezeichnet. Sie entspringen als Endokardduplikaturen am Herzskelett (► Abb. 8.5). Die freien Enden der Segel sind durch Sehnenfäden (Chor-

dae tendineae) an den Papillarmuskeln befestigt. Diese zapfenartigen Vorsprünge an der Innenseite der Kammerwände verhindern zusammen mit den Sehnenfäden ein Zurückschlagen der Segel während der Kammerkontraktion (► Abb. 8.9).

- Zwischen rechtem Vorhof und rechter Kammer befindet sich eine dreizipflige Segelklappe (Valva tricuspidalis = Trikuspidalklappe).
- Linker Vorhof und linke Kammer sind durch eine zweizipflige Segelklappe (Valva bicuspidalis = Bikuspidal- oder Mitralklappe) getrennt (► Abb. 8.6).

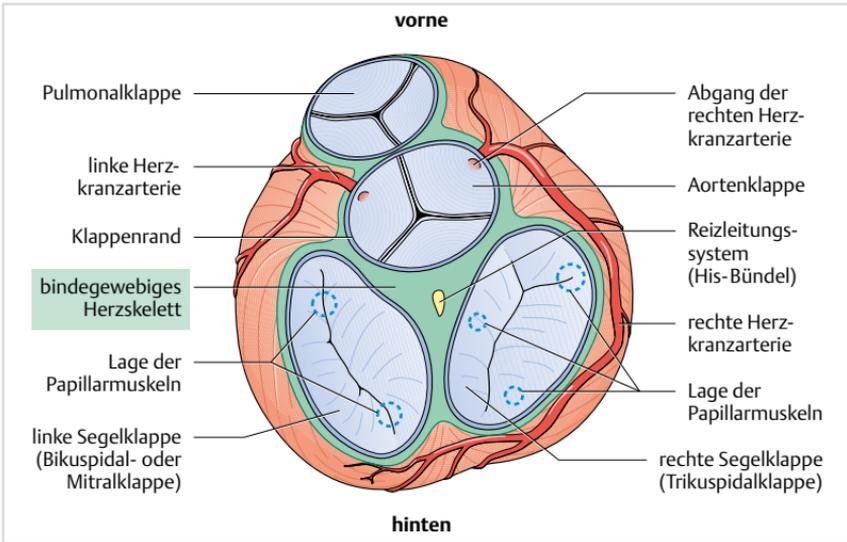


Abb. 8.5 Klappenebene. Aufsicht auf die Klappenebene (Ventilebene) des Herzens nach Wegnahme der Vorhöfe. Die Lage der Papillarmuskeln ist durch kleine Kreise angedeutet.

Am Eingang in die A. pulmonalis und in die Aorta befinden sich die **Taschenklappen** (Semilunarklappen), die das Zurückfließen des Blutes nach erfolgter Kammerkontraktion verhindern (► Abb. 8.6). Pulmonal- und Aortenklappe bestehen aus drei taschenartigen, in das Lumen hineinragenden Endokardduplikaturen, deren Unterseiten herzwärts gerichtet sind. Bei geschlossenen Klappen legen sich die Klappenränder eng aneinander, das Ventil ist geschlossen. Bei Druckanstieg innerhalb der Kammern weichen die Klappenränder auseinander und das Ventil wird geöffnet.

## Herzwand

Die Herzwand besteht aus drei ungleich dicken und unterschiedlich gebauten Schichten (► Abb. 8.7):

- der inneren Herzhaut (Endokard),
- der eigentlichen Herzmuskulatur (Myokard) und
- der äußeren Herzhaut (Epikard).

Zwischen Epikard und der Innenfläche des Herzbeutels (Perikard) liegt ein dünner, mit wenig Flüssigkeit gefüllter Gleitspalt, der eine reibungslose Bewegung des Herzens im Herzbeutel gestattet. Das Myokard besteht aus quergestreifter Herzmuskulatur und ist im Bereich der rechten Kammer etwa 0,7 cm dick. Die linke Kammer weist aufgrund des höheren Druckes und der damit verbundenen höheren Arbeitsleistung eine Wandstärke von durchschnittlich 1,4 cm auf.

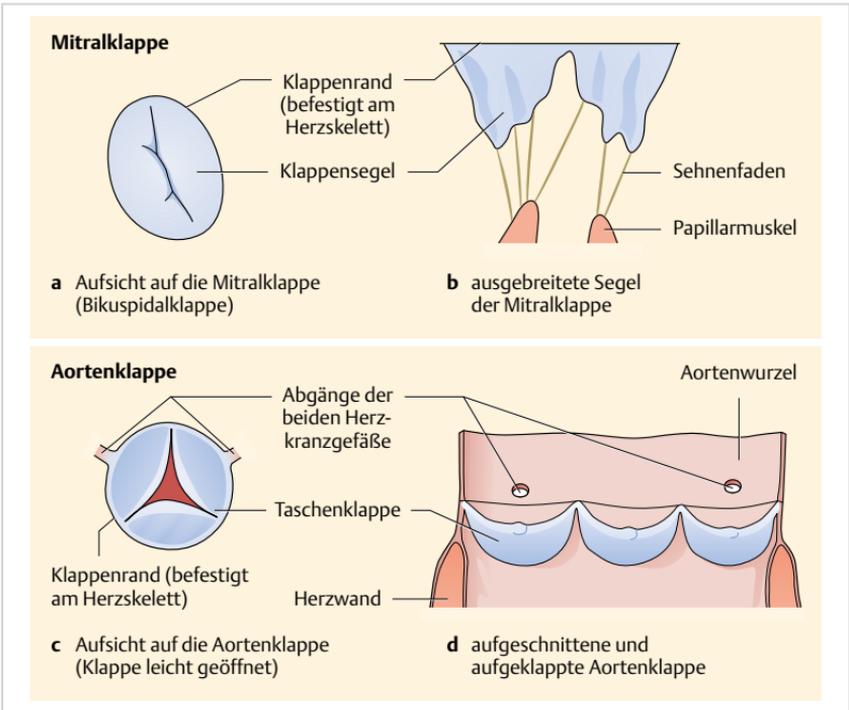


Abb. 8.6 Herzklappen. Schematische Darstellung der Herzklappen.

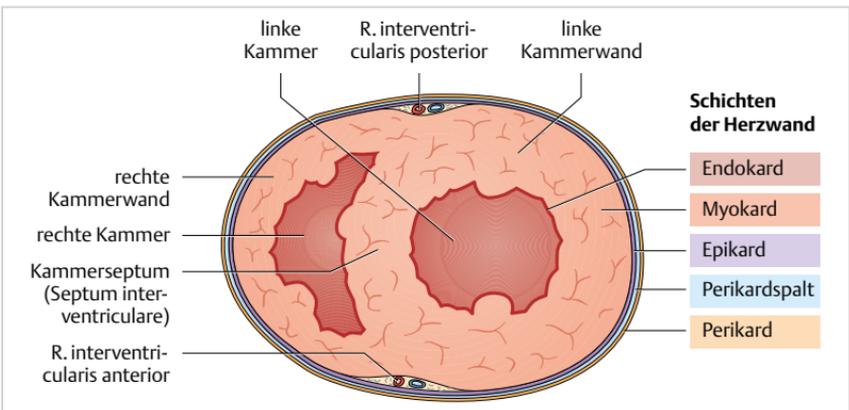


Abb. 8.7 Herzkammern. Querschnitt durch die beiden Herzkammern.

### 8.1.3 Herzkranzgefäße

#### Definition

Zu den **Herzkranzgefäßen** gehören:

- Herzkranzarterien (Aa. coronariae) und
- Herzvenen (Vv. cordis).

Die Herzkranzarterien dienen ausschließlich der Versorgung der Herzmuskulatur (► Abb. 8.8).

Die **Herzkranzarterien** entspringen unmittelbar oberhalb der Aortenklappe aus der Aorta und verlaufen mit ihren größeren Ästen auf dem Myokard, um mit ihren Endaufzweigungen von außen in die Herzmuskulatur einzudringen:

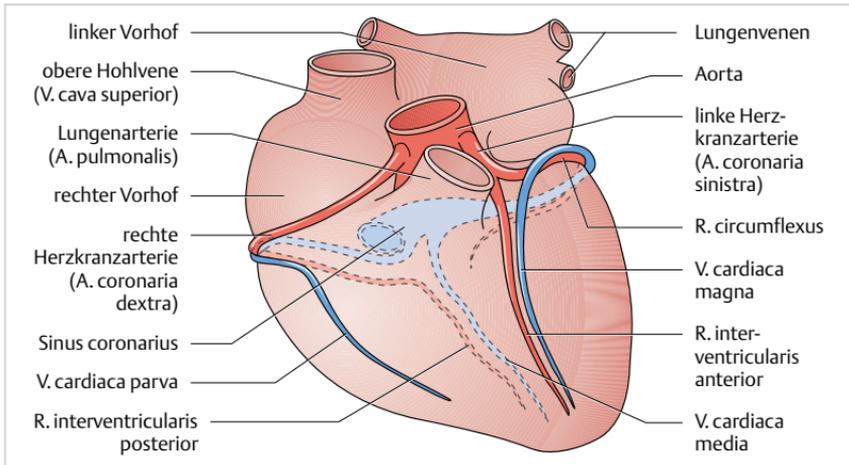
- Die **rechte Herzkranzarterie** (A. coronaria dextra) verläuft nach ihrem Abgang aus der Aorta, zunächst vom rechten

Herzohr bedeckt, im Sulcus coronarius um den rechten Herzrand zur Zwerchfellfläche des Herzens und zieht mit ihrem Endast, dem R. interventricularis posterior, in Richtung Herzspitze (► Abb. 8.8).

- Die **linke Herzkranzarterie** (A. coronaria sinistra) teilt sich nach kurzem Verlauf in den auf der Vorderfläche verlaufenden R. interventricularis anterior und den auf die Rückseite ziehenden R. circumflexus.

In den **Herzvenen** wird das venöse Blut aus der Herzmuskulatur gesammelt. Sie laufen im Sinus coronarius zusammen, der in den rechten Vorhof mündet. Die wichtigsten Herzvenen sind:

- die V. cardiaca magna,
- die V. cardiaca media und
- die V. cardiaca parva.



**Abb. 8.8 Herzkranzgefäße.** Verlauf der Herzkranzgefäße. Schematische Darstellung des Herzens in der Ansicht von vorn. Die auf der Hinterwand verlaufenden Gefäße sind mit blassen Farben und gestrichelten Linien dargestellt.

## Zusatzinfo



### Arteriosklerose und Herzinfarkt

Bei einer Verengung der Herzkranzgefäße (Arteriosklerose) wird die betroffene Region der Herzmuskulatur nicht ausreichend mit Sauerstoff versorgt, bei vollständigem Verschluss der Gefäße kann sie zugrunde gehen (Herzinfarkt).

sem sich ständig wiederholenden zweiphasigen Herzzyklus wird die Kontraktion des Kammermyokards als **Systole**, die Erschlaffung als **Diastole** bezeichnet (► Abb. 8.9).

Innerhalb von Systole und Diastole wiederum lassen sich 2 Phasen unterscheiden:

- Systole: Anspannungs- und Austreibungsphase,
- Diastole: Erschlaffungs- und Kammerfüllungsphase.

## 8.1.4 Systole und Diastole

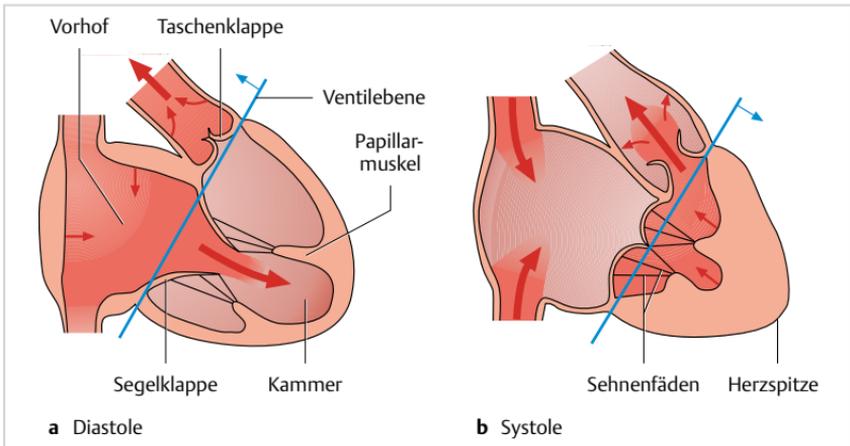
### Definition



Die Herzkammern treiben das Blut schubweise und synchron in Truncus pulmonalis und Aorta (► Abb. 8.3a). In die-

In der Anfangsphase der **Systole** beginnt das Kammermyokard sich zu kontrahieren (Anspannungsphase). Durch Verschluss der Segelklappen und bei noch nicht geöffneten Taschenklappen steigt der Kammerdruck bei gleichem Volumen stark an (isovolumetrische Kontraktion). Sobald er je-

8



**Abb. 8.9 Herzaktionen.** Vereinfachte Darstellung der einzelnen Herzaktionen (dargestellt sind nur ein Vorhof und eine Kammer). **a** Füllungsphase der Kammer (Diastole). **b** Austreibungsphase der Kammer (Systole). In der Füllungsphase sind die Segelklappen geöffnet und die Taschenklappen geschlossen; in der Austreibungsphase sind die Segelklappen geschlossen (die Papillarmuskeln verhindern ein Zurückschlagen der Klappen) und die Taschenklappen geöffnet. Die Ventilebene bewegt sich bei der Systole in Richtung Herzspitze, bei der Diastole in Richtung Herzbasis.