

## 8

## Herz

Anatomie des Herzens ... 209 | Erregungsprozesse im Herzen ... 213 | Mechanik der Herzaktion ... 227 | Energetik der Herzaktion ... 236 | Pathophysiologie des Herzens ... 239 |

Das Herz hat die Aufgabe, das ihm aus den Körper- und Lungenvenen zufließende Blut in das arterielle System des kleinen bzw. großen Kreislaufs zu pumpen. Diese Aufgabe erfüllt es durch rhythmische Kontraktion (**Systole**) und Erschlaffung (**Diastole**). Zur Überwindung der Strömungswiderstände in den jeweiligen Kreislaufabschnitten müssen vom rechten und linken Herzen entsprechende Drücke entwickelt werden.

## 8.1 Anatomie des Herzens

### 8.1.1 Bau des Herzens

**Lage, Form und Größe.** Das Herz liegt im vorderen unteren Teil des Mediastinums (Mittelfellraums), das beiderseits von den äußeren Pleurablättern (Pleurae mediastinales) der Lungenflügel begrenzt wird (Abb. 8.1). Die untere Begrenzung bildet das Diaphragma (Zwerchfell), dem das Herz teilweise aufliegt. Vorn berührt das Herz das Sternum (Brustbein) und die anschließenden Rippenknorpel, hinten sind die

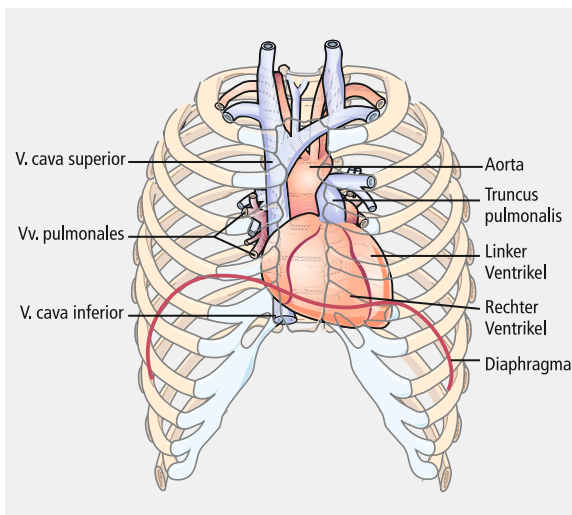


Abb. 8.1 Lage des Herzens und der großen zu bzw. ableitenden Gefäße im Thorax

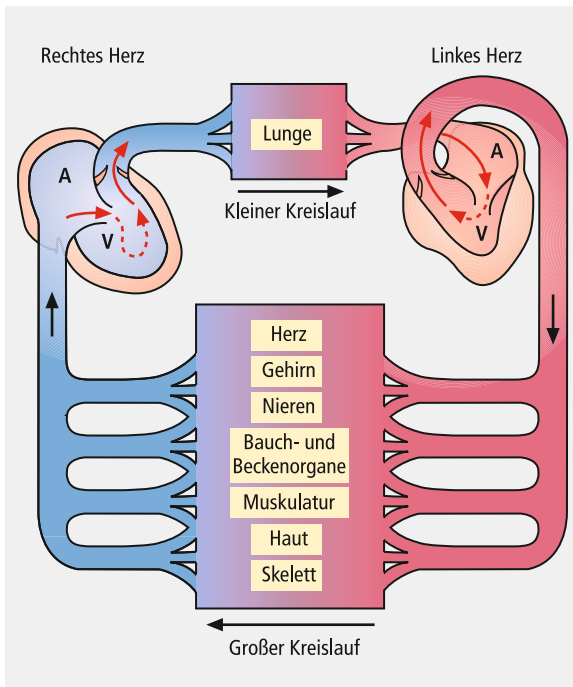
Organe des hinteren Mediastinums, insbesondere der Ösophagus (Speiseröhre), angelagert. Wegen der engen Beziehungen zum Atmungsapparat ändert das Herz seine Lage mit den Atmungsbewegungen des Zwerchfells, der Rippen und der Lungen.

Das Herz hat die Form eines abgestumpften Kegels, dessen Basis oben liegt und dessen Spitze schräg nach unten weist. Eine gedachte Gerade, die von der Mitte der Herzbasis zur Herzspitze verläuft (anatomische Herzachse), ist im Thorax von rechts hinten oben nach links vorn unten gerichtet. Die Herzspitze liegt also im linken unteren Thoraxraum in Höhe des 5. Interkostalraums (Zwischenrippenraums) in der Medioklavikularlinie (gedachte senkrechte Linie durch die Mitte des Schlüsselbeins). Hier ist von außen der sog. **Herzspitzenstoß** tastbar.

Die Größe des Herzens stimmt ungefähr mit der Größe der geballten Faust des betreffenden Menschen überein. Das Herzgewicht beträgt im Mittel beim erwachsenen Mann 320 g, bei der Frau 280 g.

**Funktionelle Gliederung des Herzens.** Das Herz des Menschen gliedert sich in das **rechte** und das **linke** Herz, das jeweils aus einem kleineren **Atrium** (Vorhof) und einem größeren **Ventrikel** (Kammer) besteht. Die vier Hohlräume sind von unterschiedlich starken Muskelmassen umschlossen. Der rechte Vorhof nimmt das sauerstoffarme Blut aus den großen Hohlvenen (**V. cava superior** und **inferior**) auf und leitet es an die rechte Kammer weiter. Von dort wird das Blut über den **Truncus pulmonalis** (Lungenschlagader) in die Lunge transportiert. Dem linken Vorhof fließt das sauerstoffreiche Blut aus vier Lungenvenen (**Vv. pulmonales**) zu. Von hier gelangt es in die linke Kammer und wird dann in die **Aorta** (Hauptschlagader) ausgeworfen.

Das Blut wird durch die rhythmische Kontraktion und Erschlaffung der Herzmuskulatur bewegt. Zunächst kontrahieren sich die beiden muskelschwachen Vorhöfe und tragen damit in geringem Maße zur Füllung der Kammern bei. Danach kontrahieren sich die

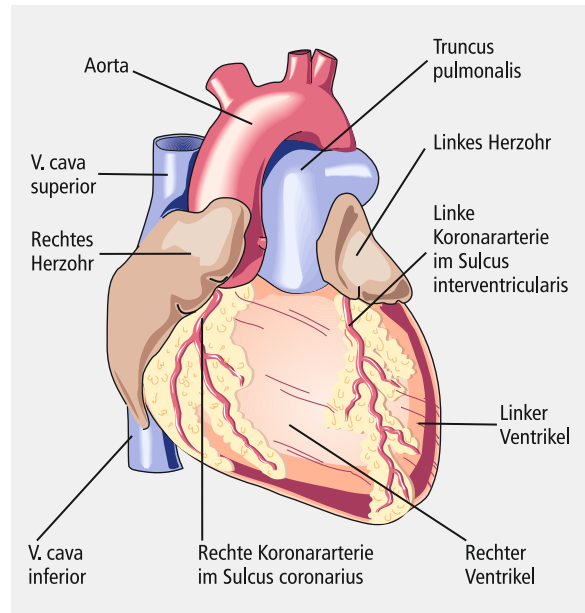


• **Abb. 8.2** Funktionelle Einordnung des rechten und des linken Herzens in den Blutkreislauf. A Atrium, V Ventrikel

Kammern, wodurch das Blut in den Truncus pulmonalis bzw. die Aorta ausgetrieben wird. Die Ventilwirkung der Herzklappen verhindert dabei einen Rückfluss des Blutes. Der (kontrahierte) linke Ventrikel und die Arterien bilden zusammen das **Hochdrucksystem**. Der rechte Ventrikel, die Vorhöfe, der linke Ventrikel in Diastole, alle Gefäße des kleinen Kreislaufs, die Kapillaren und Venen des großen Kreislaufs bilden das **Niederdrucksystem** (• Abb. 8.2).

**Morphologische Gliederung des Herzens** (• Abb. 8.3, • Abb. 8.4). Im oberen Abschnitt des rechten und linken Herzens sind jeweils die Vorhöfe angeordnet: das rechte Atrium mit der Einmündung der beiden großen Hohlvenen und dem Sinus coronarius (venöser Abfluss aus dem Herzmuskelgewebe) sowie das linke Atrium mit den Mündungen der vier Lungenvenen. Die beiden Vorhöfe werden durch eine Scheidewand (Septum interatriale) voneinander getrennt. Die Vorhöfe sind jeweils mit einem **Herzohr** (Auriculum cordis) ausgestattet, das die Wurzel der jeweils benachbarten großen Arterie berührt bzw. umgreift.

Die **Kammern** sind von den Vorhöfen durch eine äußere Furche, den **Sulcus coronarius**, abgegrenzt, der auf der Vorderseite durch den Ursprung von Aorta und Truncus pulmonalis unterbrochen wird. Eine durch den Sulcus coronarius gelegte Ebene bildet die **Herzbasis**. Da in dieser Ebene sämtliche Klappen angeordnet sind, bezeichnet man sie auch als die **Ventilebene** des Herzens (• Abb. 8.6). Die Grenze zwischen rechtem und



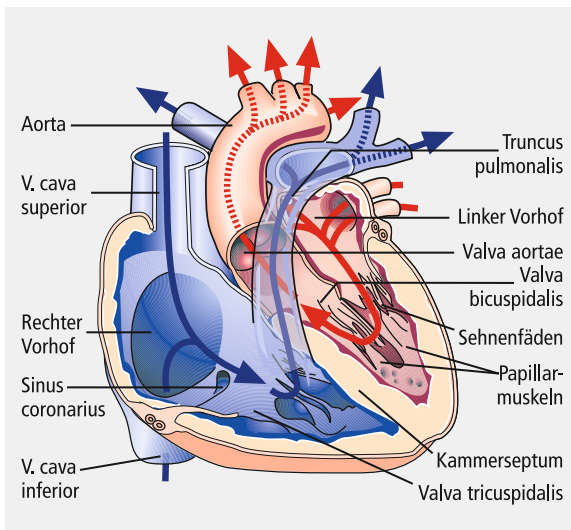
• **Abb. 8.3** Vorderansicht des Herzens

linkem Ventrikel ist von außen an je einer vorderen und hinteren Längsfurche (**Sulcus interventricularis**) erkennbar. Ihnen entspricht im Inneren die Kammercheidewand (**Septum interventriculare**), welche die beiden Ventrikelhöhlen voneinander trennt. Wie • Abb. 8.3 zeigt, gehört die Herzspitze (**Apex cordis**) zum linken Ventrikel.

Die Innenwände der Ventrikel sind unregelmäßig gestaltet und teilweise von schwammartig angeordneten Muskelbalken (**Trabeculae carneae**) überzogen. Außerdem ragen kegelförmige Muskelvorsprünge, die **Papillarmuskeln**, in das Lumen vor.

**Perikard.** Das Herz wird vom Perikard (Herzbeutel) umschlossen. Es besteht wie die Pleura (► Kap. 10.1.2) aus zwei Anteilen, dem innen gelegenen Epikard (s. u.) und dem außen gelegenen Perikard im engeren Sinn. Zwischen diesen beiden Blättern befindet sich etwas seröse Flüssigkeit. Durch den Lungenzug ist das Perikard seitlich gespannt und unten mit dem Zwerchfell verwachsen. Seine Außenfläche besteht aus derbem Bindegewebe, seine Innenfläche gleitet auf dem Epikard. Der Herzbeutel schützt das Herz, überträgt die äußeren Zugspannungen des Atmungsapparats auf die Herzoberfläche und verhindert Reibungen mit umgebenden Geweben bei den rhythmischen Formänderungen des Herzens. Im Bereich der Pforten für die großen Gefäße geht das innere in das äußere Blatt des Herzbeutels über.

**Aufbau der Herzwand.** Die Herzwand besteht aus drei Schichten, dem Endokard (innen), dem Myokard (in der Mitte) und dem Epikard (außen).



● **Abb. 8.4** Frontalschnitt durch das Herz. Vorhöfe und Kammern sind eröffnet, die Pfeile geben die Richtung des Blutstroms an. Nach Leonhardt

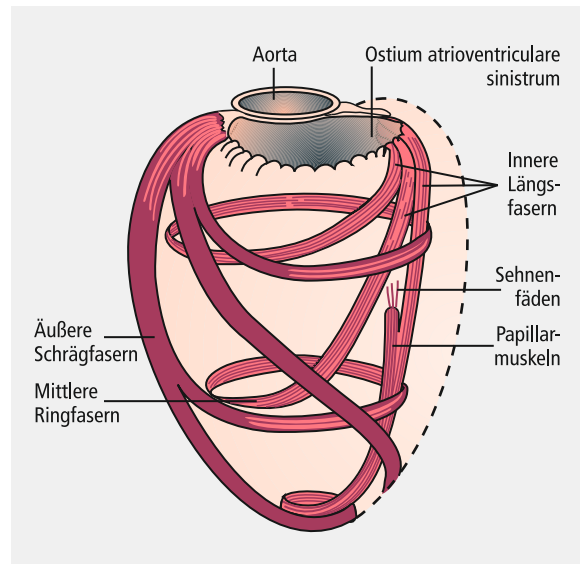
Das **Endokard** bedeckt lückenlos den gesamten Innenraum des Herzens einschließlich der Sehnenfäden und der Herzklappen. Es besteht aus einer Endothelschicht (► Kap. 8.1.1), die einer Schicht lockeren Bindegewebes aufliegt. Eingelagerte elastische Fasern und glatte Muskelfasern erlauben die Anpassung des Endokards an die wechselnde Form der Herzhöhlen.

Auf das **Myokard**, die Muskelschicht der Herzwand, entfällt die überwiegende Gewebemasse der Kammerwände. Die Faserzüge des Ventrikelmyokards weisen eine komplizierte Struktur auf (● Abb. 8.5). Von der Ventilebene aus zieht eine Lage äußerer Schrägfasern zur Herzspitze. Von dort steigen die Muskelfasern als innere Längsfaserschicht wieder auf, wobei sie z. T. in die Trabekel und Papillarmuskeln einstrahlen. Aus der äußeren Schrägfaserschicht scheren in verschiedenen Höhen Faserbündel aus, die eine mittlere Ringfaserschicht bilden. In dieses Schraubensystem der Faserzüge sind die beiden Ventrikel z. T. gemeinsam einbezogen. Die gesamte Anordnung des Ventrikelmyokards hat den Zweck, eine möglichst konzentrische Verkleinerung der Herzhöhlen bei der Kontraktion sicherzustellen.

Das **Epikard**, das oben erwähnte innere (viszerale) Blatt des Perikards, besteht aus einem Plattenepithel mit einer darunter liegenden Bindegewebe- und Fettschicht, in der sich auch die Koronargefäße befinden. Es ist fest mit dem Myokard verbunden.

Die **Vorhöfe** sind dünnwandig mit einer Wandstärke von durchschnittlich 1,5 mm. Sie dienen weniger als aktive Pumpen, sondern vielmehr als passive Speicher für das zufließende Blut.

Die **Wandstärke des rechten Ventrikels** beträgt 2–4 mm, die des **linken Ventrikels** 8–11 mm. Diese Dif-



● **Abb. 8.5** Muskelarchitektur der linken Herzkammer (schematische Darstellung). Nach Benninghoff

ferenz in den Wandstärken entspricht den unterschiedlichen Leistungen der Ventrikel; die linke Kammer muss einen etwa 5-mal höheren Druck entwickeln als die rechte.

Der mikroskopische Feinbau der Herzmuskulatur wurde bereits in ► Kap. 2.6.2 beschrieben.

**Klappenapparat** (● Abb. 8.6). Bei der rhythmischen Kontraktion der Herzmuskulatur verhindert die Ventilfunktion der Herzklappen den Rückstrom des Blutes. Herzklappen finden sich an den Ein- und Ausstromöffnungen beider Ventrikel. Die **Atrioventrikularklappen** dichten während der Ventrikelkontraktion die Kammern gegen die Vorhöfe ab. Bei diesen Klappen handelt es sich im rechten Herzen um drei, im linken Herzen um zwei segelförmige Bindegewebemembranen, welche die Eingangsöffnungen (**Ostien**) der Ventrikel dicht verschließen, wenn sich die Membranränder aneinanderlegen. Wegen ihrer Form werden die Atrioventrikularklappen auch als **Segelklappen** bezeichnet. Die Anzahl der Segelzipfel, die jeweils den Klappenapparat bilden, kommt in der Bezeichnung **Valva tricuspidalis** (**Trikuspidalklappe**) für die rechte und **Valva mitralis** (syn. **bicuspidalis**, **Mitralklappe**) für die linke Atrioventrikularklappe zum Ausdruck.

Da die Segelklappen großflächige Ostien verschließen müssen und selbst keine Versteifungselemente besitzen, bestünde die Gefahr, dass sie bei Druckentwicklung der Ventrikel in die Vorhöfe umschlagen. Ein solches Umschlagen wird durch die an den Segelzipfeln befestigten Sehnenfäden (**Chordae tendineae**) verhindert, die ihrerseits mit den Papillarmuskeln verbunden sind (● Abb. 8.4).